BACUS DE OLIVEIRA NAHIME

CONSTRUÇÃO CIVIL:

PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO

COLABORADORES E CO-AUTORES:
GABRIEL GERMANO VIEIRA RODRIGUES
JANEKELLY VILELA SANTOS
DANILO GUIMARÃES ALMEIDA
IGOR SOARES DOS SANTOS
ALBERTO BARELLA NETTO

Atena Editora
Ano 2024

BACUS DE OLIVEIRA NAHIME

CONSTRUÇÃO CIVIL:

PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO

COLABORADORES E CO-AUTORES:
GABRIEL GERMANO VIEIRA RODRIGUES
JANEKELLY VILELA SANTOS
DANILO GUIMARÃES ALMEIDA
IGOR SOARES DOS SANTOS
ALBERTO BARELLA NETTO

Atena Editora
Ano 2024

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Camila Alves de Cremo
Ellen Andressa Kubisty
Luiza Alves Batista
Nataly Evilin Gayde
Thamires Camili Gayde
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

2024 *by Atena Editora*
Copyright © Atena Editora
Copyright do texto © 2024 Os autores
Copyright da edição © 2024 Atena Editora
Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.
Open access publication by Atena Editora

Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial
Ciências Exatas e da Terra e Engenharias
Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Fabrício Moraes de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Profª Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS

Construção civil: planejamento e execução

Diagramação: Ellen Andressa Kubisty
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Autor: Bacus de Oliveira Nahime
Co-autores: Gabriel Germano Vieira Rodrigues
Danilo Guimarães Almeida
Alberto Barella Netto
Colaboradores: Janekelly Vilela Santos
Igor Soares dos Santos
Philippe Barbosa Silva
Jaqueline Gonçalves da Silva Nahime

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B131 Bacus de Oliveira Nahime
Construção civil: planejamento e execução / Bacus de Oliveira Nahime. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-2096-5
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.965241601

1. Construção civil. 2. Engenharia civil. I. Nahime, Bacus de Oliveira. II. Título.

CDD 690

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Autor:

Bacus de Oliveira Nahime

Co-autores:

Gabriel Germano Vieira Rodrigues

Danilo Guimarães Almeida

Alberto Barella Netto

Colaboradores:

Janekelly Vilela Santos

Igor Soares dos Santos

Philippe Barbosa Silva

Jaqueline Gonçalves da Silva Nahime

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por proporcionar a inspiração conhecimento e sabedoria para o desenvolvimento dessa obra, também a minha familia que me apoiou no desenvolvimento desse trabalho, eu Bacus de Oliveira Nahime, agradeço imensamente minha esposa e inspiradora Jaqueline Gonçalves da Silva Nahime e meus quatro filhos, Dra. Maria Carolina Rezende Nahime, João Vitor Rezende Nahime, Davi Lucas Gonçalves Nahime e Mateus Felipe Gonçalves Nahime, os quais são minha principal motivação, também meus pais Antônio Prudente Nahime e Elisabeth Oliveira Ribeiro, por me ter permitido a vida, por insentivar e motivar para que chegasse até aqui, assim extendo o agradecimento a todos os parceiros, autores, co-autores e colaboradores, os quais participaram dessa obra, em especial gostaria de agradecer ao academico Gabriel Germano Vieira Rodrigues, por se empenhar, dedicar e editar esse livro.

Agradecemos também ao apoio oferecidos para a elaboração do livro a Universidade de Rio Verde (UniRV), em especial ao Magnifico reitor e professor Alberto Barella Netto, por aceitar prefaciar a obra, e também pelo apoio financeiro e incentivo para a publicação deste livro.

Também, aqui agradecemos ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, pela parceria, onde conjuntamente com a Diretoria de Ensino, na gestão do Prof. Dr. Edson Luiz Souchie por proporcionar a bolsa de projeto de ensino ao academico Gabriel Germano Vieira Rodrigues.

A engenharia civil é um campo de conhecimento que transcende o mero ato de construir; é a ciência e a arte de dar vida a visões, transformando-as em estruturas que moldam o mundo em que vivemos. Cada projeto, seja ele um edifício, uma ponte, uma rodovia ou qualquer outra infraestrutura, é o resultado de um processo intricado que requer um olhar holístico, conhecimento técnico profundo e uma meticulosa preparação nas etapas que antecedem a obra. O sucesso de qualquer empreendimento na construção civil depende, em grande parte, do planejamento detalhado das questões que envolvem desde a limpeza do terreno até a pintura final.

Este livro, elaborado por especialistas em engenharia civil, mergulha nas profundezas do mundo da construção, desvendando cada etapa que precede a execução da obra. Ao longo dessas páginas, os leitores serão conduzidos por um caminho que abrange as primeiras concepções do projeto, o momento em que as estruturas ganham vida e todas as nuances e desafios que surgem ao longo desse percurso.

Aqui, é enfatizada a importância crucial do planejamento minucioso de todas as facetas do projeto. O livro explora, detalhadamente, questões como a limpeza do terreno, etapa essencial para criar uma base sólida e segura para a construção; a preparação adequada do terreno, incluindo a remoção de obstáculos; e a avaliação das condições do solo. Essas etapas são o ponto de partida para o sucesso de qualquer empreendimento.

Em seguida, o livro adentra nas complexidades da superestrutura, explorando os processos de construção de fundações, estruturas e sistemas de sustentação que dão forma às edificações. Os leitores serão guiados pela análise cuidadosa das instalações hidráulicas e elétricas, das esquadrias, dos revestimentos e da pintura, que contribuem para a funcionalidade, a segurança, a eficiência energética, a conformidade regulatória do projeto, entre outras questões.

Além disso, há um espaço dedicado à elaboração de contratos e orçamentos, aspectos essenciais para o planejamento financeiro e a execução bem-sucedida da obra. Outra abordagem muito interessante do livro é o destaque dado à Estrutura Analítica do Projeto (EAP) e ao Caminho Crítico (C.C.). A EAP descompõe o projeto em tarefas menores e mais gerenciáveis, permitindo uma visualização clara de todas as partes envolvidas. O C.C., por sua vez, identifica as atividades críticas que determinam a duração total do projeto, ajudando a priorizar os esforços e recursos necessários para garantir a conclusão no prazo.

Por último, mas não menos importante, vem a discussão sobre a importância de construções sustentáveis. Os autores discutem como as práticas “ecoamigáveis” (eco-friendly) não apenas reduzem o impacto ambiental, mas

também resultam em construções mais eficientes em termos energéticos e ambientais.

Este livro é um guia abrangente que irá beneficiar estudantes, profissionais e entusiastas da construção civil. Ele oferece não apenas conhecimento prático, mas também uma visão crítica e analítica das etapas cruciais que antecedem a obra. A construção civil é uma jornada desafiadora que exige planejamento sólido, expertise técnica e uma compreensão profunda das nuances envolvidas. É um livro elaborado para funcionar como a bússola que orientará o seu leitor nessa jornada, capacitando-o paraa criar construções duradouras e eficazes que moldarão o futuro de todos.

Alberto Barella Netto

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1

1.1 O contexto da construção 4

1.2 Reconhecimento do local 5

2. ETAPAS QUE ANTECEDEM A OBRA 7

2.1 Serviços Técnicos e Administrativos Preliminares 7

2.1.1 Escolha do local 7

2.1.2 Aquisição do terreno 9

2.1.3 Projetos 9

2.1.4 Legalização da obra 10

3. LIMPEZA DO TERRENO 11

4. INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS 15

5. LOCAÇÃO DA OBRA 17

6. INFRAESTRUTURA (FUNDAÇÕES) 20

7. SUPERESTRUTURA 28

8. ALVENARIA 37

9. COBERTURA 40

9.1 Estrutura principal – Tesouras 41

9.2 Estrutura secundária 42

9.2 Ligações em peças de madeira 43

10. INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS/ESGOTO SANITÁRIO 44

10.1 Água fria 44

10.2 Água quente 46

10.3 Esgoto sanitário 46

11. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 48

11.1 Previsão de cargas para pontos de tomada 48

11.2 Previsão de cargas para ponto de iluminação 49

SUMÁRIO

12. ESQUADRIAS 51

12.1 Instalação de esquadrias em madeira.....51

13. REVESTIMENTO DE PAREDES 54

13.1 Limpeza do substrato 56

13.2 Chapisco 56

13.3 Emboço 57

13.4 Reboco 57

13.5 Camada única 58

13.6 Espessura das camadas 58

13.7 Cura do revestimento 59

14. REVESTIMENTO DE PISOS.....60

14.1 Serviços preliminares 60

14.2 Preparado da base 60

14.3 Tipos de contrapiso.....61

14.3.1 Contrapiso aderido: 61

14.3.2 Contrapiso semiaderido: 61

14.3.3 Contrapiso flutuante: 61

14.4 Contrapiso tradicional 61

14.5 Contrapiso com argamassa autonivelante..... 62

14.6 Acabamento final..... 63

15. PINTURA 65

15.1 Constituintes do sistema de pintura 65

15.2 Condições gerais 66

16. CONTRATOS.....67

16.1. Contratos entre engenheiro e cliente 68

16.1.1 Modalidades de contrato 68

16.1.2 Contrato por administração 68

SUMÁRIO

16.1.3 Contrato por empreitada 69

16.1.4 Contrato a preço-alvo 69

16.1.5 Contrato misto 70

16.1.6 Comparação entre contratos por administração e por empreitada ... 70

16.1.7 Providências importantes nos contratos por empreitada 73

16.2 Contrato entre engenheiro e mão de obra 74

16.3 Contrato por hora 74

16.4 Formas de cobrança do engenheiro ao cliente 75

16.4.1 Controle de despesas nas obras por administração 76

16.4.2 Boleto bancário 76

16.4.3 Controle de despesas 77

16.4.4 Controle de despesas em obras por empreitada 77

16.4.5 Compra de material 77

16.4.6 Contrato por empreitada com preço-alvo 78

17. CUSTOS 79

18. QUANTITATIVO 82

18.1 O levantamento quantitativo 85

18.2 Os quantitativos e a lei 8.666/1993 88

18.3 Impactos de um quantitativo malfeito 88

19. COMPOSIÇÃO 89

19.1 Composição de preços e lucros 89

19.1.1 Composição de preços 89

19.1.2 Composição de custos unitários 89

19.2 Composição da mão de obra 90

19.2.1 Cálculo do custo 90

19.2.2 Produtividade da mão de obra 91

19.2.3 Exemplo 91

SUMÁRIO

19.3 Composição do preço unitário de equipamentos 92

19.3.1 Pequenos equipamentos e ferramentas 92

19.3.2 Máquinas operatrizes 93

19.3.3 Equipamentos de transporte 93

19.4 Materiais 93

19.5 Procedimentos 95

20. ORÇAMENTOS 96

20.1 A discriminação orçamentária (O plano de contas) 96

20.1.1 Modelos para Classificação dos Serviços: 97

20.2 Cronograma 98

20.3 Cronograma de Gantt 98

20.4 Cronograma integrado Gantt – PERT/COM 99

21. EAP (ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO) E C.C (CAMINHO CRÍTICO) 106

21.1 Estrutura analítica de projeto 106

21.2 A decomposição 109

21.3 A EAP de subcontratos 110

21.4 EAP analítica 110

21.5 EAP como mapa mental 111

21.6 Exemplo passo a passo – Barragem Alegria 112

21.7 Propriedades da EAP 114

21.8 Benefícios da EAP 115

22. CAMINHO CRÍTICO 116

22.1 Método das Flechas 116

22.2 Evento crítico 117

22.3 Exemplo 119

22.4 Curva ABC 127

23. CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS - SELOS VERDES.....131

23.1 Selo Casa Azul – Construção sustentável 131

24. MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO 137

25. ANEXOS 144

26. QUESTIONÁRIO 174

27. GABARITO..... 215

REFERÊNCIAS 221

SOBRE O AUTOR 226

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

Todas as vertentes que englobam os serviços de engenharia civil devem ser pensadas em conjunto com demais fatores que estão intrinsecamente correlacionados e permitem o perfeito funcionamento do sistema como um todo, quando bem relacionados entre si. Uma dessas vertentes é o fator socioambiental, onde a construção civil, em posse de sua responsabilidade com o meio, deve assegurar que os aspectos econômicos, ambientais e sociais não sejam afetados de maneira negativa, mas positiva, buscando sempre o alcance de melhorias através da construção eficiente e sustentável.

De maneira análoga, a construção civil pauta-se principalmente na concepção de obras através da resolução constante de problemas, na busca de soluções eficientes e práticas, para que todo o serviço seja executado com agilidade, qualidade, baixo custo e funcionalidade. Portanto, todas as etapas devem ser pensadas com o máximo detalhamento possível, visando atingir os objetivos propostos.

Quando se trata de obras de engenharia, alguns itens têm que ser levados em consideração, observados principalmente no processo de orçamento e planejamento, tal como exposto na Figura 1:

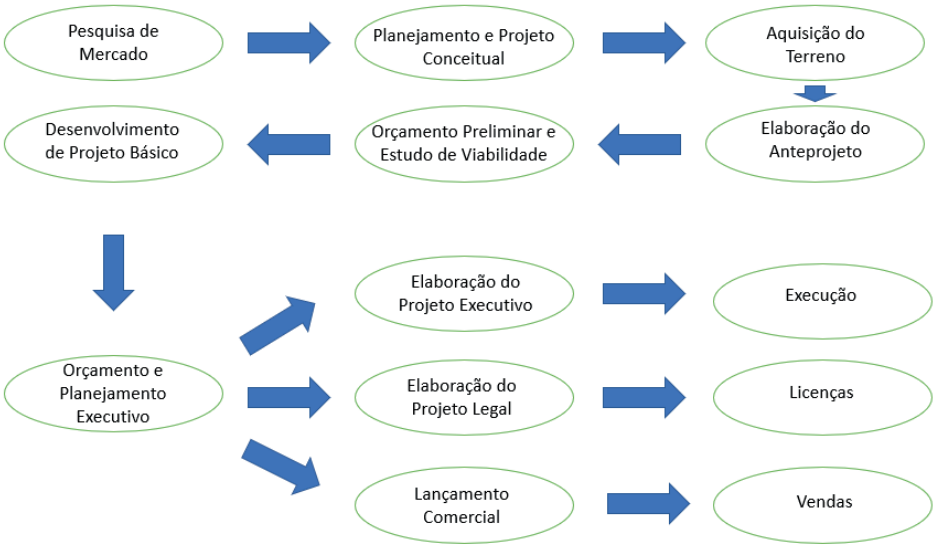


Figura 1 - Organograma do estudo de viabilidade de projeto

Fonte: Adaptado de Avila, Librelotto e Lopes (2003).

O projeto pode ser definido como um conjunto de informações necessárias à realização do processo de construção. Quanto melhor e mais fidedigno for o detalhamento de projeto, maior será a possibilidade de se obter um bom orçamento (AVILA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

No projeto fica definido o que deverá ser construído e como ocorrerá a construção em termos de tecnologia, dos materiais e dos equipamentos a serem empregados. Visto como um processo, um projeto pode ser subdividido em três fases, conforme a Figura 2:

1. Concepção
2. Consolidação
3. Desenvolvimento – Projeto Oficial

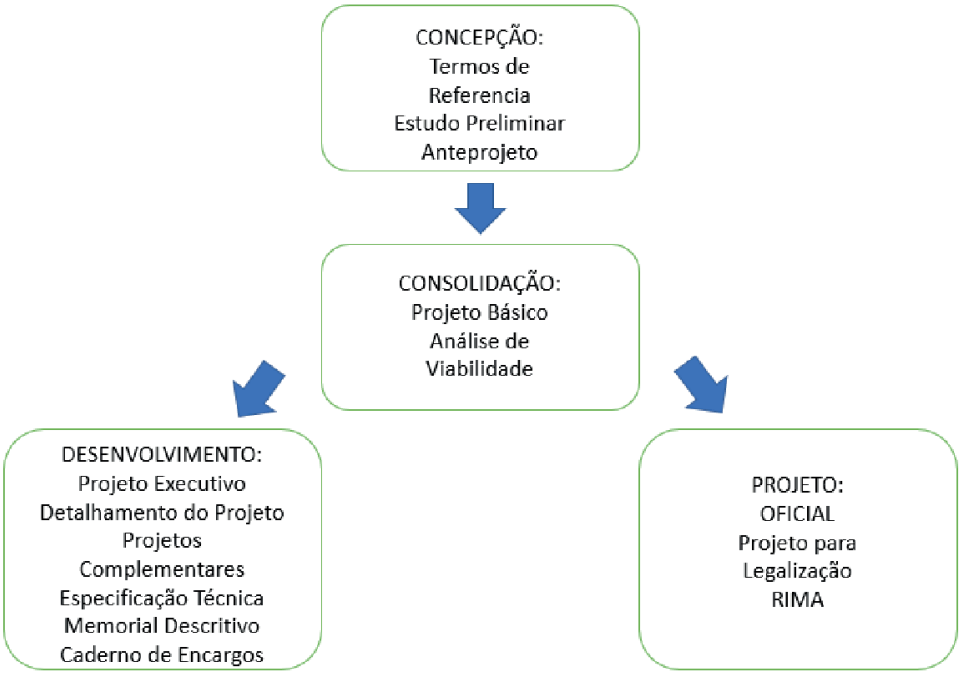


Figura 2 - Fases de um projeto (da concepção ao desenvolvimento final)

Fonte: Adaptado de Avila, Librelotto e Lopes (2003).

1. Fase de Concepção: Nesta fase é definido o escopo do empreendimento, o tamanho da planta a ser desenvolvida e o reconhecimento das principais variáveis a influir na sua realização.
2. Fase de Consolidação: Nesta fase é definido o produto desejado consubstanciado no Projeto Básico, que permite desenvolver o estudo de viabilidade técnico-econômica do empreendimento, bem como dar início aos projetos exigidos para aprovação nos organismos fiscalizadores.
3. Fase de Desenvolvimento – Projeto Oficial: Após definido o Projeto Básico, é possível desenvolver os demais projetos e especificações, o que permite instruir o processo de construção e fornecimento de equipamentos.

Após ou mesmo durante a Fase de Desenvolvimento, segundo o tipo de gerenciamento adotado para o desenvolvimento do processo de construção, este pode ser

começado (AVILA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

É interessante notar que o processo de construção pode ser iniciado enquanto estão sendo desenvolvidas partes dos projetos executivos, situação que permite reduzir o tempo de construção, desde que as definições prévias necessárias estejam pré-estabelecidas.

Com relação aos documentos de projetos, temos:

- Termos de referência: documentos destinados a explicitar os objetivos do projeto, o que dele se deseja, seus destinos e usos, a qualidade esperada, o desempenho e o rendimento do produto final. Se possível, esses documentos devem conter eventuais óbices à execução do projeto (design). Enfim, o objetivo da emissão do Termo de Referência é orientar o profissional quanto à elaboração do projeto.
- Estudo preliminar: corresponde ao esboço ou concepção inicial do que deverá ser construído para se verificar se todas as necessidades foram corretamente identificadas e se a construção as atenderá satisfatoriamente. Além disso, o estudo preliminar envolve o reconhecimento do terreno.
- Anteprojeto: apresentação gráfica simplificada em escala de construção para confirmação e/ou correção do estudo preliminar e definição do projeto.
- Projeto básico: corresponde à concepção final do projeto. Partindo do projeto básico, é possível desenvolver o projeto executivo e os complementares, pois, com ele, é possível entender, avaliar e orçar o produto final.
- Estudo de viabilidade: este estudo pode ser subdividido em duas etapas: a viabilidade técnica e a econômico-financeira.
- Projeto legal: é uma versão do projeto indicativo contendo as informações legais necessárias à aprovação e registro nos órgãos públicos de fiscalização e nas concessionárias de serviço público.
- Projeto executivo: é o projeto completo, com todas as informações gerais necessárias à execução. O projeto executivo prevê todas as interferências dos projetos complementares.
- Detalhamento do projeto: é a definição precisa de todos os elementos construtivos a serem empregados na construção. Detalhes construtivos são as informações gráficas adicionais para melhor definição, visualização ou esclarecimento de elementos construtivos a serem executados.
- Projetos complementares: são os projetos que complementam o projeto executivo, como projetos de fundação, estruturais, de instalações etc.
- Especificação técnica: são aquelas que definem métodos e técnicas para a execução de serviços de construção, descritos ou não nos projetos. As especificações técnicas devem ainda providenciar a indicação correta de locais de aplicação de cada um dos tipos de serviço, indicar as normas para verificação específica de materiais, elementos, instalações, equipamentos.

- Memorial descritivo: representa a relação dos materiais e equipamentos que irão construir cada etapa da obra, devendo constar todos os detalhes que possam interessar à gestão eficiente do empreendimento.
- Caderno de encargos: é o conjunto de informações, complementar ao projeto, que define como deve ser procedida a execução. O caderno de encargos define os métodos de execução, ou seja, como se deve construir. É normalmente fornecido pelo contratante, englobando as especificações técnicas e o memorial descritivo, bem como demais determinações estabelecidas no contrato entre as partes.
- Orçamento: documento cujo objetivo é estabelecer custos e preços para os produtos da empresa.
- Relatório de Impacto Ambiental (RIMA): é um documento onde constem os impactos, óbices e vantagens propiciados pelo projeto para o meio ambiente, bem como a recomendação e solução apresentada.

Em obras de pequeno e médio porte, é comum o empreendimento ser iniciado e concluído sem que o projeto tenha sido efetivamente desenvolvido com todos os seus elementos concluídos, especialmente quando há detalhamentos e especificações, em virtude de economia de recursos.

Como a execução total da obra leva algum tempo – no mínimo, alguns meses –, a tendência é imaginar que alguns dos projetos complementares e detalhamentos possam ser realizados durante o desenvolvimento da obra. Ocorre que o processo de execução impõe suas prioridades e exigências e a complementação do projeto, muitas vezes, não é realizada a tempo, acarretando atrasos e prejuízos (AVILA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

1.1 O CONTEXTO DA CONSTRUÇÃO

A construção civil, diferentemente do que ocorre na maioria das indústrias, apresenta um processo laboral com três características que tornam difícil o seu acompanhamento e controle:

1. Unidades de produção temporárias e migrantes;
2. Operários móveis em torno de um produto fixo;
3. Produtos normalmente únicos.

Tal fato contribui para dificultar a avaliação de todos os custos a serem incorridos e, em consequência, do acompanhamento, situação que contribui para o ganho de experiência com decorrência na expressão do lucro desejado em cada empreendimento, pois não há continuidade ou repetição durante este processo industrial (AVILA, LIBRELOTO e LOPES, 2003).

Deste modo, o reconhecimento de todo o processo construtivo, do projeto à entrega

da obra, se faz necessário a todos aqueles que desejem dele participar sem frustrar os ganhos desejados, como visto na Figura 3.

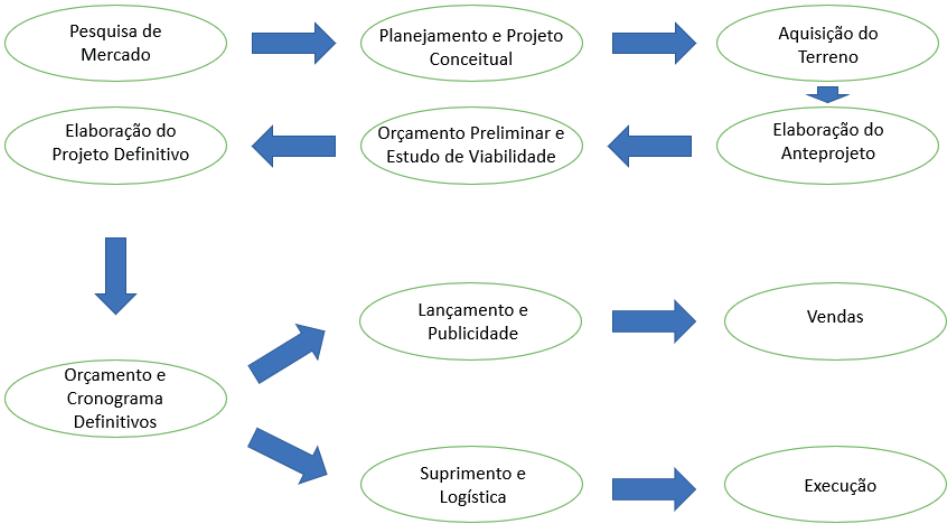


Figura 3 - Passo a passo de estudo e execução de projetos

Fonte: Adaptado de Avila, Librelotto e Lopes, 2003.

1.2 RECONHECIMENTO DO LOCAL

A primeira providência a ser tomada ao iniciar o estudo e o planejamento de um empreendimento é o reconhecimento do local das obras e as condições de mão de obra, legislação e de suprimentos propiciados pela região.

Para tanto, recomenda-se levantar, registrar e verificar itens, a exemplo dos abaixo relacionados, no intuito de permitir a elaboração precisa de orçamento, e estabelecer a necessidade de projetos especiais, tais como de fundações ou do tratamento e recuperação de condições ambientais.

a. Terreno: dimensões, qualidade de subsolo, lindeiros, óbices;

b. Condições técnicas das edificações ou propriedades lindeiras;

c. Disponibilidade de mão de obra especializada ou não;

d. Fornecedores de serviços e equipamentos;

e. Fornecimento de tecnologias especiais;

f. Serviços públicos como água, energia, gás e telefonia;

g. Condições de acesso;

h. Código de posturas do município;

i. Legislação Tributária;

j. Legislação Ambiental

k. etc.

Caso ocorra necessidade de demolição, esta poderá ser feita por processo manual ou mecânico. A demolição manual visa o reaproveitamento de materiais e componentes como tijolos, esquadrias, louças, revestimentos, dentre outros. A demolição mecânica pode ser feita utilizando martelete pneumático, guindastes, tratores e pás carregadeiras. As demolições são regulamentadas pelas normas NB-19 (aspecto de segurança e medicina do trabalho) e pela NBR 5682/77 – "Contratação, execução e supervisão de demolições" (aspecto técnico).

Os principais cuidados citados nessas normas são:

a. Edifícios lindeiros à obra de demolição devem ser examinados, prévia e periodicamente, visando registrar eventuais trincas ou rachaduras, bem como efetuar projetos e obras destinados à preservação de sua estabilidade.

b. Quando o prédio a ser demolido tiver sido danificado por incêndio ou outras causas, deverá ser efetuada uma análise da estrutura antes de iniciada a demolição.

c. Qualquer pavimento somente terá sua demolição iniciada após concluída a do pavimento imediatamente superior e removido o respectivo entulho.

d. Na demolição de prédio com mais de dois pavimentos ou de altura equivalente, distando menos de 3 metros da divisa do terreno, deve ser construída uma galeria coberta sobre o passeio, com bordas protegidas por tapume com no mínimo 1 metro de altura.

e. A remoção dos materiais por gravidade deve ser feita em calhas fechadas, de madeira ou metal.

f. Reduzir a formação de poeira.

g. Nos edifícios de quatro ou mais pavimentos, ou de 12 metros ou mais de altura, devem ser instaladas plataformas de proteção ao longo das paredes externas.

ETAPAS QUE ANTECEDEM A OBRA

2.1 SERVIÇOS TÉCNICOS E ADMINISTRATIVOS PRELIMINARES

2.1.1 Escolha do local

A escolha do terreno é uma das etapas mais importantes e é a que antecede qualquer outra etapa de obras de edificação. É preciso analisar todos os pontos positivos e negativos dos terrenos disponíveis e decidir qual será a melhor escolha, o que requer muita atenção e cuidados. Para tal análise, deve-se avaliar alguns fatores como localização, legislação, aspectos físicos, infraestrutura e preço.

Quanto à localização, é importante avaliar aspectos como as necessidades do cliente. É fundamental saber quais serviços são importantes de se ter por perto e para quais a distância não seja um fator primordial. Por exemplo, para famílias com crianças, é importante escolher um terreno com acesso fácil a escolas, farmácias e supermercados, para que suas necessidades sejam atingidas percorrendo o menor trajeto possível.

Os tipos de serviços que se pode avaliar são: escolas, universidades, supermercados, farmácias, shoppings, conveniências, parques, comércios, bancos, hospitais, restaurantes, bares, casas noturnas e transporte público. Outro aspecto muito importante relacionado à localização é a segurança: antes de comprar o terreno, é importante fazer uma pesquisa com os vizinhos mais antigos a respeito de roubos ou furtos no bairro, e fazer visitas à região em horários variados, principalmente à noite. Verificar se as ruas são bem iluminadas e se há evidências de vandalismo. Outro ponto interessante é a localização do terreno dentro da quadra, ou seja, se o terreno é de esquina ou não. Lotes de esquina proporcionam vantagens quanto à iluminação natural e à ventilação, mas, por outro lado, aproveita-se menos o espaço do terreno devido à necessidade de uma área maior de muros e calçadas, além de ser necessário fazer um chanfro no canto do lote.

Em relação à legislação, é preciso analisar a lei de zoneamento municipal, que divide a cidade em áreas e determina o que pode ser construído em cada uma delas. Geralmente, a lei de zoneamento determina para cada região os tipos de construções (residências, prédios, comércios ou indústrias) e as regras de uso e ocupação do solo. As exigências mais comuns das prefeituras são:

- Recuos laterais e frontais: determina quantos metros você deverá deixar sem construção na frente e laterais do seu terreno.
- Taxa de ocupação: determina o percentual do terreno em que você poderá construir.
- Coeficiente de aproveitamento: determina a quantidade máxima de metros quadrados que você poderá construir somando todos os pavimentos.

- Altura máxima: determina a altura máxima da sua casa a partir do nível da rua. Caso o terreno seja em condomínio, verifique também as regras internas do conjunto habitacional.

Em relação aos aspectos físicos, é preciso avaliar a topografia, que tem influência no custo da construção. Quanto maior for a inclinação do terreno, maior serão os gastos com movimentação de terra, fundações ou muros de arrimo. O tipo de solo do terreno também é uma característica importante a ser avaliada: antes de comprar o terreno, é bom conhecer qual o tipo de solo e observar se há presença abundante de pedras ou água. Terrenos com muitas pedras geralmente têm solo duro e de difícil escavação para as fundações. Já terrenos com umidade excessiva causam muitas preocupações com infiltrações e umidade. Além disso, pode haver a necessidade de realizar sondagens, de acordo com o tipo de edificação e o tipo de solo, o que vai gerar um custo elevado na obra.

Um último aspecto é a orientação solar ou insolação. Observar onde o sol nasce e se põe em relação ao terreno é muito importante para orientar a posição da edificação no terreno. As orientações são concebidas conforme as seguintes definições:

a. Frente para o sul: não recebe incidência direta do sol.

b. Frente para o norte: recebe mais luz durante o dia.

c. Frente para o leste: recebe o sol da manhã.

d. Frente para o oeste: recebe o sol da tarde.

Isso não significa que não se pode comprar um terreno com a fachada voltada para o norte. Contudo, é preferível ter a frente voltada para o sul, mas se o seu lote não tem a frente para o sul, não se preocupe, pois um bom profissional é capaz de solucionar estes problemas.

A avaliação da infraestrutura também é determinante – se as vias são asfaltadas, se há coleta de lixo, iluminação das vias, fornecimento de água e energia elétrica, rede de esgoto, telefonia e internet. Se o terreno for em condomínio, procure saber também sobre: portaria, segurança, área de lazer, salão de festas, espaço gourmet, playground, quadras esportivas e piscinas.

Um último fator de avaliação é o preço. Não existe uma fórmula matemática para determinar o preço por m2, pois os preços dos terrenos variam de região para região conforme a oferta e demanda. Porém, as duas características que mais influenciam na valorização do terreno são a localização, que muitos apontam como sendo a característica que mais influência no preço (lotes próximos a áreas centrais ou com mais serviços próximos tendem a ser mais valorizados), e a infraestrutura, que se resume a ter acesso aos serviços básicos, como coleta de lixo, água e esgoto etc.

2.1.2 Aquisição do terreno

Após fazer todas as análises acima, a etapa seguinte é a aquisição do terreno. Para efetuar a compra, é necessário verificar a documentação do lote e a idoneidade do proprietário atual. Os documentos passivos de análise são:

- Certidão vintenária: documento que informa toda a transmitância e a situação fiscal do terreno nos últimos 20 anos; relacionada aos proprietários e dividendos.
- Certidão negativa de débitos (CND): informa se não há pendências do atual proprietário junto à Prefeitura;
- Planta do loteamento: informa os tipos de construções que podem ser realizadas, os recuos exigidos e demais requisitos.

Seguindo os demais procedimentos, para efetuar a compra serão necessários os seguintes documentos para passar o terreno para o nome do novo proprietário no Cartório de Registros de Imóveis da cidade:

- Contrato de compra e venda
- Escritura do terreno
- Comprovante de pagamento do Imposto de Transmissão de Bens Imóveis (ITBI)

2.1.3 Projetos

Genericamente, podemos dizer que projeto é a concretização de uma ideia concebida, fundamentada em parâmetros pré-estabelecidos e organizada segundo planos ou passos concretos e racionalizados, que concorrem para a realização daquele objetivo original. Esse objetivo pode ser tanto a implantação de uma indústria, de um conjunto habitacional, de um shopping center ou de uma via de transporte quanto um plano a se concretizar, como a obtenção do título de Mestre em uma determinada especialidade. Dentro dessa visão, Projeto (grafado com inicial maiúscula) é, portanto, sinônimo de empreendimento e passa por duas fases básicas: concepção e construção.

Na engenharia, o empreendimento tem sua fase de concepção descrita e ordenada em desenhos, plantas, memoriais descritivos, especificações técnicas, orçamentos, cronogramas, maquetes e outros elementos e detalhes complementares. É necessário que seja feito por um profissional capacitado – engenheiro ou arquiteto – que saberá enquadrar os projetos corretamente dentro da legislação, fazendo a melhor disposição da edificação, aproveitando da melhor forma os espaços para locar os ambientes com harmonização e prevendo os possíveis problemas, já propondo soluções pontuais para estes.

2.1.4 Legalização da obra

O processo de aprovação do projeto junto aos órgãos vigentes deve atender às seguintes providências:

- A aprovação do projeto junto à Prefeitura local, visando obtenção do alvará de licença para construção.
- Quando exigida, a aprovação do projeto de Prevenção e Combate a Incêndios junto à Corporação do Corpo de Bombeiros local.
- O pagamento das taxas ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA).
- A solicitação das ligações provisórias de água, energia elétrica (verificar carga necessária) e telefone.
- A matrícula no INSS NB-140 - Livro de registro de empregados - fiscalização Ministério do Trabalho.

Após a construção, deve-se providenciar:

- Vistorias e ligações definitivas: água, esgoto, energia elétrica, telefone e bombeiros.
- Requerimento do HABITE-SE à Prefeitura local, mediante: comprovantes de atendimento às normas das concessionárias, IPTU e Certidão Negativa Secretaria Municipal da Fazenda e respectivo pagamento de taxas.
- INSS: providenciar CND apresentando matrícula, CGC ou CPF, alvará para construção, plantas aprovadas, folhas de pagamento e guias de recolhimento.
- Averbação no cartório de registro de imóveis mediante HABITE-SE e CND do INSS.

LIMPEZA DO TERRENO

Após feita a escolha e a aquisição do terreno, bem como a definição do projeto executivo com as devidas aprovações perante os órgãos responsáveis, é feita a limpeza deste terreno, que pode ser realizada manualmente ou com o auxílio de máquinas. O método vai estar a cargo do administrador da obra, que irá avaliar alguns fatores – prazos, verba disponível, condições do próprio terreno e outros – para definir qual deles será adotado na limpeza. Também se faz necessária a disposição de todo o material retirado.

Com relação às condições do terreno, pode ser necessária a realização dos serviços de terraplenagem, havendo necessidade de corte ou aterro, além da compactação do terreno e transporte do material. Cortes são processos necessários quando há cotas do terreno acima das cotas de projeto, então se faz a escavação dos materiais constituintes do terreno natural até a altura definida em projeto, e posteriormente há a retirada destes materiais do terreno e a necessidade de seu transporte para outros aterros. Já os aterros se fazem necessários quando as cotas do terreno são mais baixas que as de projeto, e requerem o depósito de materiais para a composição do corpo do terreno segundo os gabaritos de projeto. Os materiais de aterro normalmente são originados dos cortes de outros terrenos. Essa operação compreende a captação dos materiais, seu transporte até o local, a descarga, o espalhamento, a correção de umidade (umedecimento ou aeração) e a compactação dos materiais depositados.

Para a realização do transporte de material, seja para o local onde for necessário aterro ou retirada de onde foram feitos cortes, são usados caminhões basculantes, pois são excelentes para transportar cargas volumosas, além de garantir a segurança dos profissionais e uma maior praticidade. Para os serviços de escavação, a escavadeira permite que grandes profundidades sejam atingidas em poucos minutos. Há duas máquinas – a minicarregadeira e a miniescavadeira, que são empregadas em obras menores, como as residências por exemplo, pois são perfeitas para movimentar materiais diversos, nivelar o solo e fazer desagregação de terra, auxiliam na retirada de entulho e terra, e se adaptam a locais com espaço reduzido.

Em serviços de compactação do solo, existe a possibilidade de se realizar o ensaio de compactação do solo, solução normalmente empregada em obras de grande porte, e é por meio do ensaio de compactação que se torna viável a obtenção da curva gráfica responsável por definir a quantidade ideal da umidade e densidade seca no solo a ser analisado. A NBR 7182 (ABNT, 1986) é a Norma Regulamentadora que orienta quais procedimentos são permitidos para obter as respostas mais apropriadas. Para obras de modo geral, para que seja possível compactar o solo, os profissionais utilizam máquinas de energia, impacto e/ou vibração, geralmente feitos por um rolo compactador, pois é de fácil operação, e o rolo consegue garantir que o terreno apresente os níveis desejados de projeto, tornando-o plano e bem adensado. Outro método normalmente utilizado é o uso

de placa vibratória, recomendada para solos granulares como asfalto, brita, areia etc. São mais indicadas para uso em pequenas áreas. O compactador de solo é um equipamento ideal para uso em áreas de confinamento. Também pode ser usado o rolo compactador pé de carneiro, que produz força tanto vertical quanto horizontalmente, o que permite o uso em solos argilosos. Suas características não permitem o uso em solos granulares.

Figura 4 - Caminhão basculante

Fonte: Website da empresa Máquina Solo

Disponível em: <https://www.maquinasolo.com.br>. Acesso em julho de 2020.

Figura 5 - Minicarregadeira

Fonte: Website da empresa Máquina Solo

Disponível em: <https://www.maquinasolo.com.br>. Acesso em julho de 2020.

Figura 6 - Miniescavadeira

Fonte: Website da empresa Máquina Solo

Disponível em: <https://www.maquinasolo.com.br>. Acesso em julho de 2020.

Figura 7 - Escavadeira

Fonte: Website da empresa Máquina Solo

Disponível em: <https://www.maquinasolo.com.br>. Acesso em julho de 2020.

Figura 8 - Compactador de solo manual

Fonte: Website da empresa Máquina Solo

Disponível em: <https://www.maquinasolo.com.br>. Acesso em julho de 2020.

Figura 9 - Rolo compactador

Fonte: Website da empresa Máquina Solo

Disponível em: <https://www.maquinasolo.com.br>. Acesso em julho de 2020.

INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS

Feita a limpeza do terreno, faz-se então as instalações provisórias da obra. A primeira solicitação é de água para o local, que se deve requerer à concessionária local, pois costuma-se levar um prazo de até 15 dias para estabelecer a ligação. Na região de Goiás, em caso de haver rede de abastecimento no endereço da obra, é necessário que se faça a solicitação. Para isso, o solicitante deve efetuar a montagem do padrão de ligação de água, que é composto por kit cavalete, caixa de proteção e registro para uso interno, obedecendo algumas regras da própria concessionária, que podem ser observadas com mais detalhes no seu endereço eletrônico <https://www.saneago.com.br/2016/clientes/ligacaopadrao/2017/instrucao-lig-agua-padrao-A.pdf>.

Em casos onde não haja rede de água na rua, é preciso providenciar a perfuração do poço, o que também leva alguns dias, fazendo necessária sua programação para não atrasar o início dos trabalhos. Outro fator que pode ocorrer é a presença da rede de água, mas a ausência da rede de esgoto. Sendo assim, posteriormente será necessária a perfuração da fossa negra e também da fossa séptica, que irá receber a coleta do esgoto proveniente dos banheiros.

É necessário também realizar a solicitação das instalações elétricas, que, para a região de Goiás, é facilitada em caso de construções residenciais e comerciais de pequeno porte, desde que tenha potência menor que 66kVA ou carga instalada menor do que 75kW. É necessário realizar as instalações do padrão dentro das normas da concessionária, que podem ser encontradas com detalhes em seu endereço eletrônico <https://www.enel.com.br/pt-goias/Para_Voce/Ligacao_nova.html>. Por fim, deve-se solicitar uma vistoria para aprovação e ligação.

Outra etapa é a construção de almoxarifado para guardar materiais e, se necessário, abrigar funcionários. O mais comum na região em casos de obra de pequeno porte, que é nosso enfoque, é a locação de contêiner para armazenar materiais e guardar equipamentos, e como a equipe é normalmente local, não se faz necessário o abrigo para funcionários. O mesmo se aplica para o fechamento da obra, que pode ou não ser feito, mas é conveniente a instalação dos tapumes para melhorar o aspecto e a segurança da obra.

A próxima etapa é a preparação do canteiro de obras. Já feita a limpeza do terreno, é preciso escolher bem o local para o canteiro de serviços, levando em consideração um local que possa permanecer até o fim da obra sem atrapalhar os trabalhos e a proximidade do ponto de água e espaços livres para a descarga dos caminhões de materiais, como no exemplo da figura a seguir:

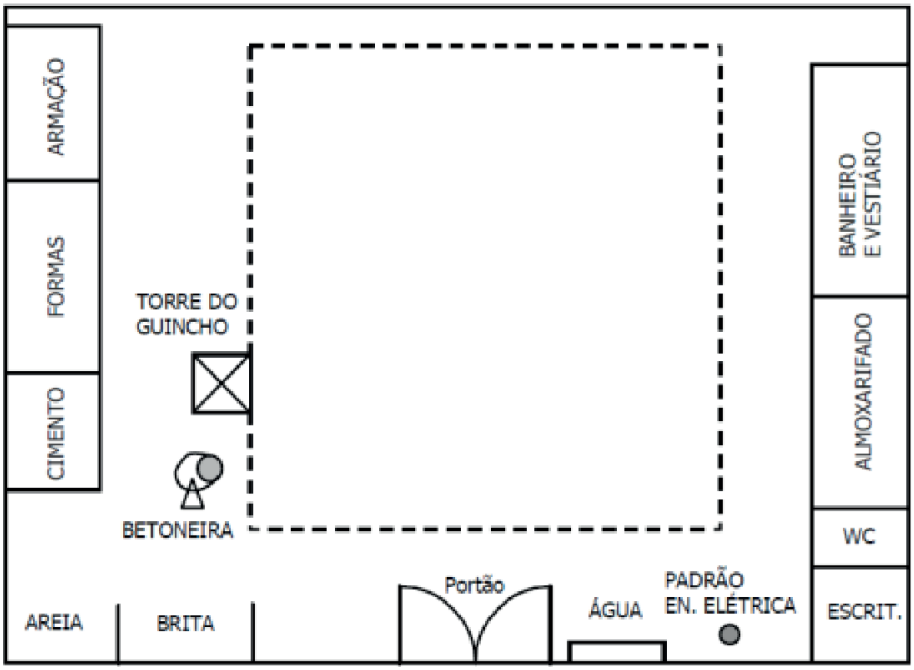


Figura 10 - Layout de canteiro de obras

Fonte: ARRAES, 2016.

Disponível em: <https://www.naarraes.wordpress.com>. Acesso em julho de 2019.

Segundo Borges, Montefusco e Leite (2009), deve-se ter um local para preparo de argamassa. Então, é preciso limpar e regularizar o terreno em uma área de cerca de 6m², com disposição de tijolos em forma de piso ou tábuas para proteção da argamassa contra mistura com terra. Deve-se ter cuidado com o preenchimento das juntas e preparar uma área para evitar perdas. A mistura da argamassa pode ser manual ou mecânica, dependendo do volume da obra. Para obras menores é preferível que seja manual, com aluguel de betoneira para mistura, ou ainda uma outra opção, que pode ser a compra de argamassas industrializadas, já que há um tipo específico para cada caso e evitam problemas como o aparecimento de bolhas nos revestimentos das paredes, consequência da hidratação malfeita da cal.

No fim desta etapa, deve-se colocar as placas de obra e de identificação do endereço e a caixa de correspondências. A placa de endereço é fundamental para as ligações de água e energia, assim como a caixa de correspondências, e a placa de obra é indispensável para que os órgãos reguladores possam identificar a obra e que há um responsável técnico devidamente habilitado e registrado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), e também para que se possa fazer a divulgação da empresa e do profissional executor da obra.

LOCAÇÃO DA OBRA

A locação da obra trata-se de uma marcação de elementos como estacas e paredes, e é uma etapa importante pois garantirá a funcionalidade e a qualidade de toda a construção, já que qualquer erro durante esse procedimento acarretaria em danos estruturais, gerando trincas, fissuras e rachaduras.

É uma das atividades vinculada à Topografia. Para a construção de uma obra, por exemplo, inicialmente é necessário que se realizar o levantamento topográfico do terreno de forma a fornecer subsídios para que o profissional responsável possa efetuar seu projeto, considerando as curvas de níveis reais do terreno. Antes de iniciar a construção, deve-se materializar, em campo, pontos que definirão posições estratégicas da obra, como eixos de uma rodovia, fundação de um edifício, pilares de uma ponte, divisas de lotes e assim por diante. Neste sentido, a locação reveste-se de grande importância, pois possíveis erros cometidos durante o processo de locação podem resultar diretamente em erros de execução da obra.

Durante um levantamento topográfico são medidas as direções e distâncias entre pontos e, a partir destas, podem ser calculadas as coordenadas das feições de interesse. Na locação, o que ocorre é o processo contrário: a partir de coordenadas de pontos definidos em um projeto são calculadas direções e distâncias em relação a marcos de referência. Com estes valores, a partir dos marcos de referência materializados em campo, é possível locar ou indicar a posição dos pontos de interesse.

Para a locação das estacas, segundo Borges, Montefusco e Leite (2009), convém a preparação de uma planta desse detalhe, com a escolha de uma origem para os eixos de coordenadas ortogonais, e as distâncias marcadas sobre eles serão acumuladas desde a referida origem. Para as construções que possuem estruturas de concreto, cabe ao escritório fornecer a planta de locação das estacas. No local são colocadas tábuas em volta de toda a área da construção, formando um retângulo, e estas devem estar niveladas. Sobre essas tábuas serão marcadas as diversas medidas apresentadas na planta através da cravação de pregos, e as marcações devem ser feitas nos lados opostos do retângulo. Sendo assim, para a marcação de uma estaca há necessidade de 4 pregos sobre as tábuas. Após a cravação de todos os pregos, o próximo passo é esticar as linhas de nylon, duas a duas, e as interseções estarão no mesmo prumo do local escolhido pelo projeto para a cravação da estaca. Como as linhas podem se cruzar a uma altura mais elevada, a vertical é levada até o chão com o auxílio de um prumo e nele se crava uma estaca (piquete) de 2,5 cm x 2,5 cm e aproximadamente 15 cm de comprimento. O ideal é que se marque com pintura em alguma cor de destaque, para que sua identificação seja fácil.

Ainda de acordo com Borges, Montefusco e Leite (2009), a locação das paredes, assim como das estacas, deve ser feita pelo engenheiro ou por um mestre de obras experiente, mas as verificações devem ser feitas por um engenheiro para garantir

esquadros perfeitos e comprimentos totais exatos. O ideal é que a marcação seja feita por eixo e não por face, pois assim há a distribuição racional das diferenças de espessura da parede, no desenho e na realidade. Nas plantas, é hábito na região fazer a representação com espessura de 15 cm, porém, na execução, pode ser que haja uma variação de cerca de 1 cm, o que é insignificante isoladamente, mas, quando acumuladas, essas variações representam uma modificação considerável entre projeto e execução, caso não sejam bem distribuídas.

Para a locação de obra existem dois métodos. Um deles é o dos cavaletes, em que os alinhamentos são fixados por pregos cravados em cavaletes feitos através de duas estacas cravadas no solo e uma travessa pregada sobre elas. Entretanto, este processo deve ser evitado, pois estes cavaletes podem ser facilmente deslocados por esbarrões dos próprios operários ou de equipamentos como carrinhos de mão. Este processo se torna mais viável para pequenas construções, onde permanecerão por pouco tempo.

O outro método é o da tábua corrida ou gabarito, que consiste na cravação de pontaletes de pinho, distanciados entre si por cerca de 1,50 m, e afastados das futuras paredes por cerca de 1,20 m. Nestes pontaletes serão pregadas tábuas, formando uma cinta em volta da área a ser construída, e sobre essas tábuas serão cravados os pregos que determinam os alinhamentos. Os pontaletes ainda poderão ser usados para andaimes, tornando este método ainda mais vantajoso.

O ideal é que a locação seja realizada com trenas de aço ou plástico, para garantir sua exatidão. Para perfeito esquadro entre dois alinhamentos, atualmente se usam equipamentos a raio laser com leitura ótica, o que acaba dispensando o uso de teodolitos. Se tivermos a marcação de dois alinhamentos ortogonais com o auxílio deste aparelho, os pontos restantes podem ser marcados com trena. É hábito que se estendam linhas em dois alinhamentos finais para verificar a exatidão do ângulo reto com o aparelho. Se o primeiro e o último esquadros estiverem de acordo, os outros também estarão (BORGES, MONTEFUSCO e LEITE, 2009).

Após a marcação dos eixos, fica a cargo do mestre de obras o posicionamento dos pregos laterais para a marcação da abertura das valas, alicerces e paredes. O ideal é usar pregos menores, para evitar confusão com aqueles que marcam os eixos das paredes.

O processo de locação pode ser observado nas figuras a seguir:

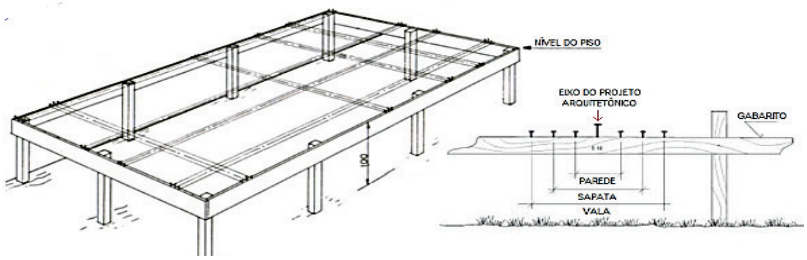


Figura 11 - Detalhamento de locação por gabarito

Fonte: PAZ, 2018.

Disponível em: <https://www.profalex.eng.br>. Acesso em julho de 2020.

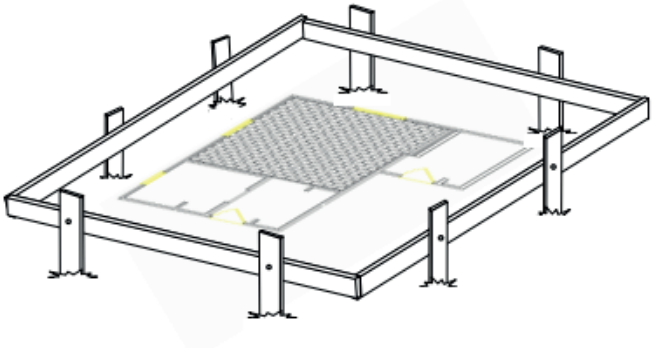


Figura 12 - Locação por gabarito

Fonte: Departamento de cartografia UFPR.

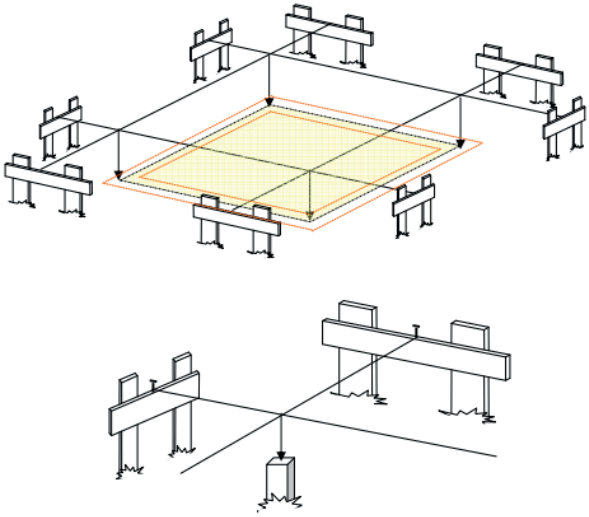


Figura 13 - Locação por cavaletes

Fonte: Departamento de Cartografia UFPR.

INFRAESTRUTURA (FUNDAÇÕES)

A próxima etapa de nossa obra é lidar com a fundação, afinal, toda a carga será transferida para o terreno em que a obra é apoiada. Por isso, os esforços produzidos pelo peso da construção deverão ser suportados pelo terreno em que esta se apoia, sem a ocorrência de recalques ou rupturas do mesmo. Em algumas literaturas o termo “fundação” pode ser encontrado como “alicerce”. Na Tabela 1 apresentaremos algumas taxas de tensões de compressão admissíveis para diferentes tipos de solos:

TIPOS DE SOLOS	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO
Argila macia	1,0 kg/cm²
Argila úmida com areia molhada	2,0 kg/cm²
Argila e areia em camadas alternadas	2,5 kg/cm²
Argila seca ou areia fina e firme	3,0 kg/cm²
Areia grossa, cascalho ou terra natural compacta	4,0 kg/cm²
Cascalho grosso, pedra e barro estratificados	6,0 kg/cm²
Piçarra ou xisto duro	10,0 kg/cm²
Rocha nativa dura	20,0 kg/cm²

Tabela 1 - Taxas de tensão de compressão admissível de solos

Fonte: Adaptado de Borges, Montefusco e Leite (2009).

Há basicamente dois tipos de fundação: a do tipo superficial e a do tipo profunda. Teoricamente, quando se tem um terreno firme na superfície ou a uma pequena profundidade, é aplicada a fundação do tipo superficial; já quando o terreno atingir firmeza em camadas de maior profundidade, será aplicada fundação do tipo profunda. A figura a seguir apresenta de forma clara quais os tipos de fundação aplicadas na construção civil, com todas as suas variações.

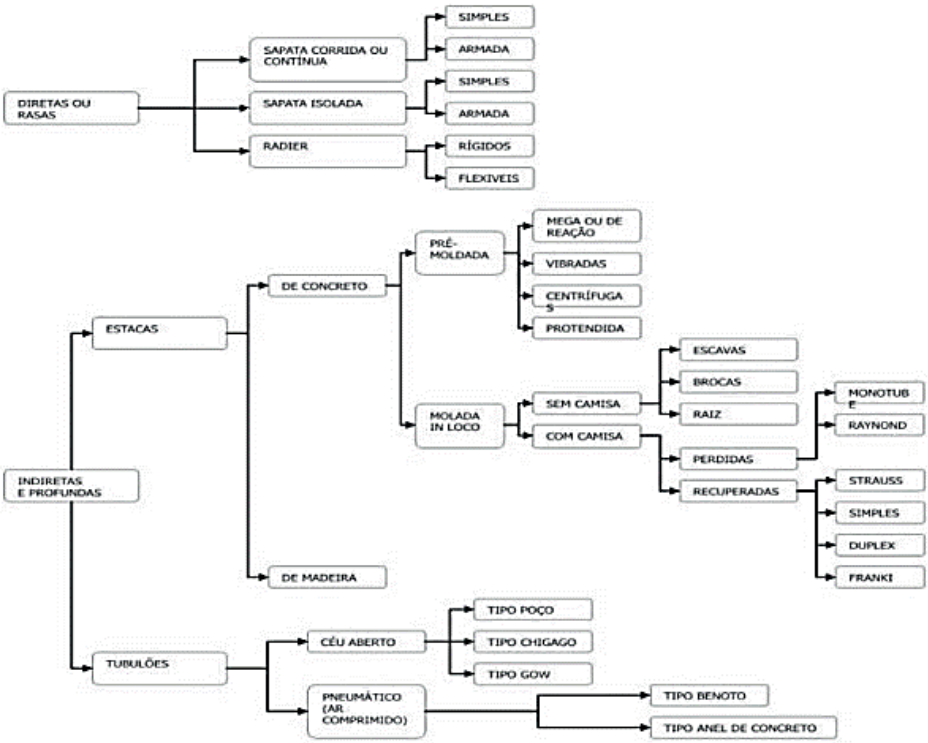


Figura 14 - Tipos de fundação

Fonte: Portal da Construção Civil, 2017.

Como o foco do presente estudo é tratar de pequenas obras, então serão apresentados os tipos de fundação rasos, que são os mais comumente aplicados na construção civil para obras de baixo carregamento e sob solo de boa resistência superficial.

As fundações rasas transmitem as cargas diretamente para o solo por suas bases. Possuem profundidade igual ou inferior a 3 metros. Geralmente as escavações deste tipo de fundação são feitas manualmente, em virtude de suas dimensões serem relativamente pequenas, possibilitando a sua realização de maneira econômica.

Os formatos das fundações mudam conforme o tipo, mas todas são basicamente feitas em concreto armado. Um tipo de fundação bastante aplicada é a sapata isolada, que é recomendada para terrenos considerados bons e firmes. Nela, as cargas da construção são transferidas para os pilares e estes transferem para as sapatas, que por sua vez distribuem as cargas para o solo. Geralmente as sapatas possuem base retangular ou quadrada e o topo em formato de pirâmide. A funcionalidade das sapatas pode ser observada na Figura 15, demonstrada logo abaixo, onde a fundação está destacada em vermelho e as setas indicam o comportamento dos esforços até serem distribuídos ao solo:

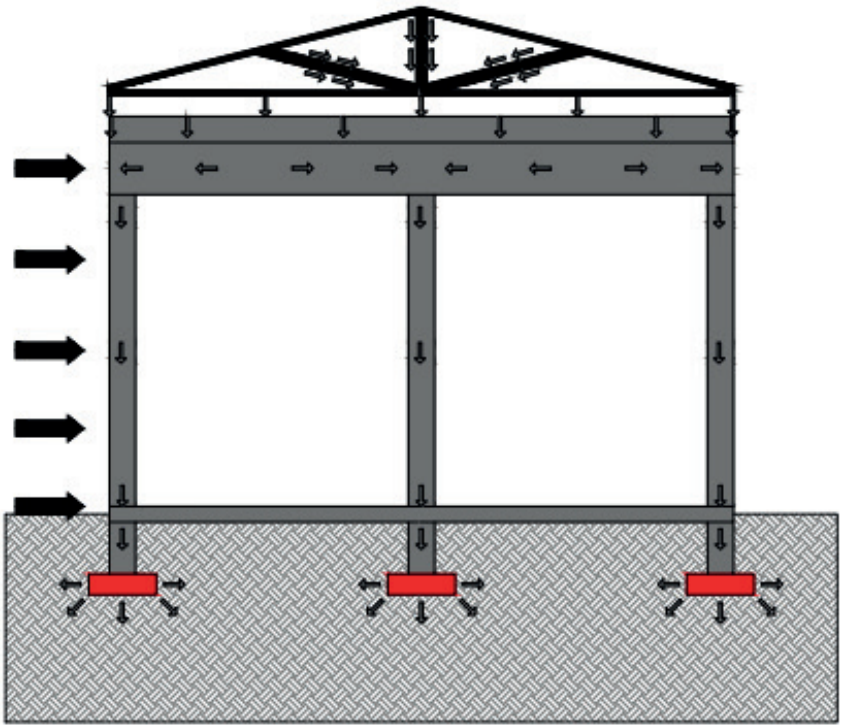


Figura 15 - Fundação tipo sapata isolada

Fonte: Adaptado do website da empresa PraConstruir.

Disponível em: <https://www.blogpraconstruir.com.br>. Acesso em julho de 2020.

A viga baldrame é um elemento de fundamental importância para a concepção estrutural de uma obra. É executada logo abaixo do nível do solo e percorre todo o perímetro da alvenaria da edificação, funcionando como um elemento que conecta as sapatas isoladas para melhor distribuição das cargas, além de contribuir para um melhor travamento das colunas ou pilares da construção. A Figura 16, abaixo, apresenta de forma clara a execução do sistema de viga baldrame, destacada em vermelho, onde as setas indicam o trajeto percorrido pelos esforços presentes na estrutura, até serem distribuídos ao solo:

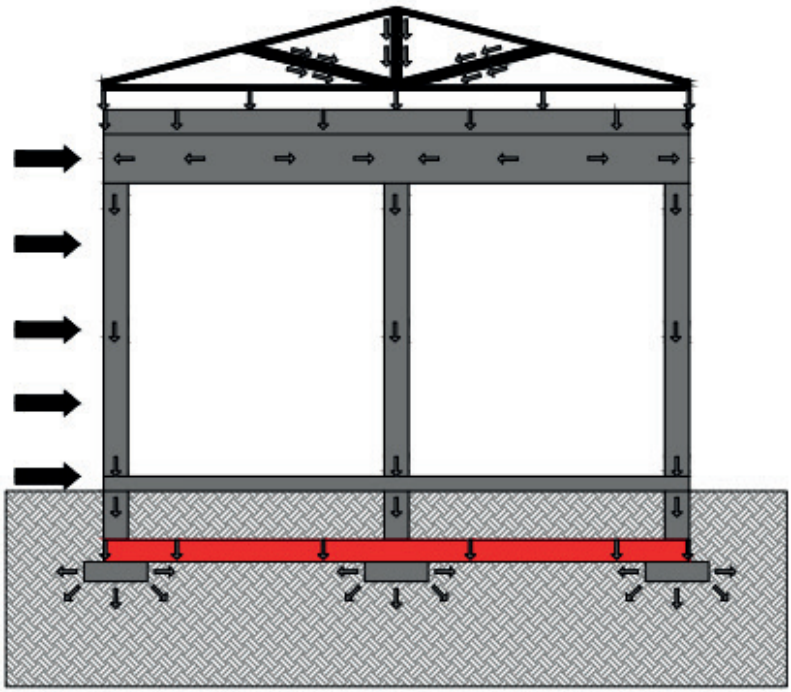


Figura 16 - Fundação tipo sapata isolada

Fonte: Adaptado do website da empresa PraConstruir.

Disponível em: <https://www.blogpraconstruir.com.br>. Acesso em julho de 2020.

Outro tipo de fundação também muito utilizado é o radier, que funciona basicamente como uma placa de concreto armado localizada abaixo da construção, e que está em contato direto com o solo. Apresenta a vantagem de distribuir de forma uniforme toda a carga para o solo, em virtude da extensão de área ocupada. O radier pode ser observado com mais detalhes na figura a seguir:

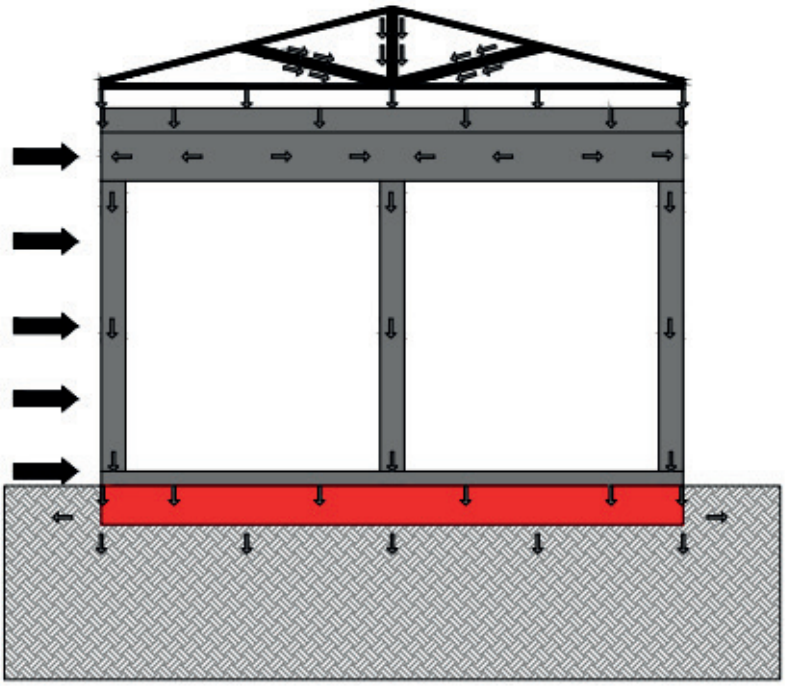


Figura 17 - Fundação tipo radier

Fonte: Adaptado do website da empresa PraConstruir.

Disponível em: <https://www.blogpraconstruir.com.br>. Acesso em julho de 2020.

A sapata corrida é uma fundação superficial muito utilizada na construção de casas com vãos pequenos, muros, paredes de reservatórios e piscinas. Ela é uma estrutura contínua de concreto armado que fica abaixo das paredes e se assemelha à viga baldrame, porém, suas dimensões de largura e altura são normalmente maiores. O peso da construção é transferido para as colunas e depois distribuído linearmente para o solo.

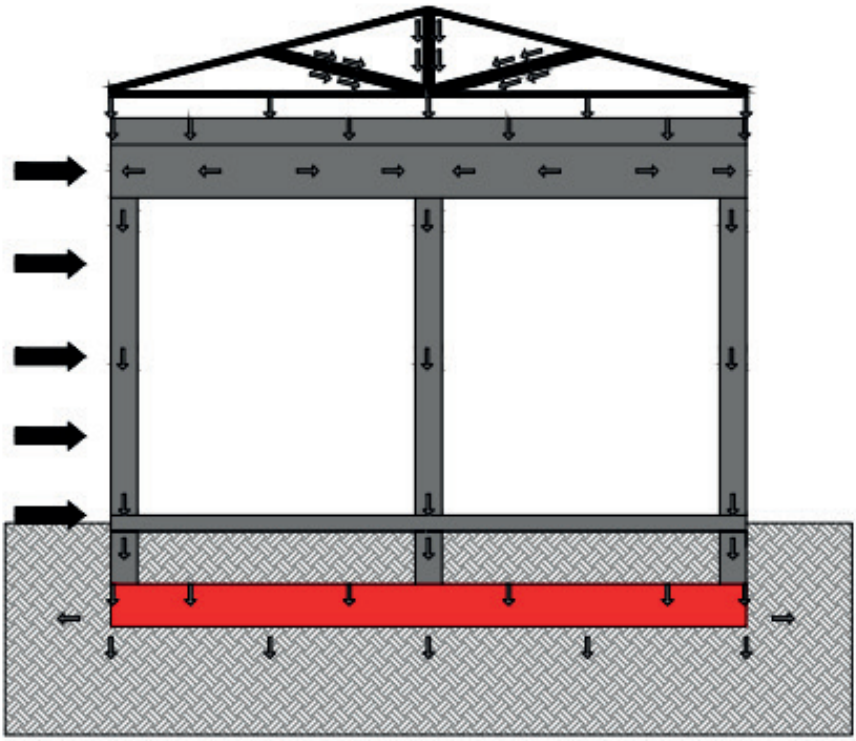


Figura 18 - Fundação tipo sapata corrida

Fonte: Adaptado do website da empresa PraConstruir.

Disponível em: <https://www.blogpraconstruir.com.br>. Acesso em julho de 2020.

Nos casos em que o solo apresenta uma resistência baixa, é importante combinar fundações superficiais e profundas. As fundações indiretas mais comuns em casas são as estacas tipo broca, que consistem em cilindros de concreto e aço enterrados e são a conexão das fundações rasas com os solos mais firmes.

Outra fundação bem comum na região de estudo são as estacas, indicadas para solos com pouco resistência, como aterros, pois nesses tipos de solo se faz necessária uma escavação para encontrar um solo com boa resistência. Geralmente, as estacas têm mais de 3 metros profundidade. Esse tipo de fundação transmite as cargas ao solo por atrito lateral, ou seja, as cargas são distribuídas para o solo ao longo das laterais da estaca, e a escavação é feita através do trado manual ou mecânico, comumente conhecido como broca.

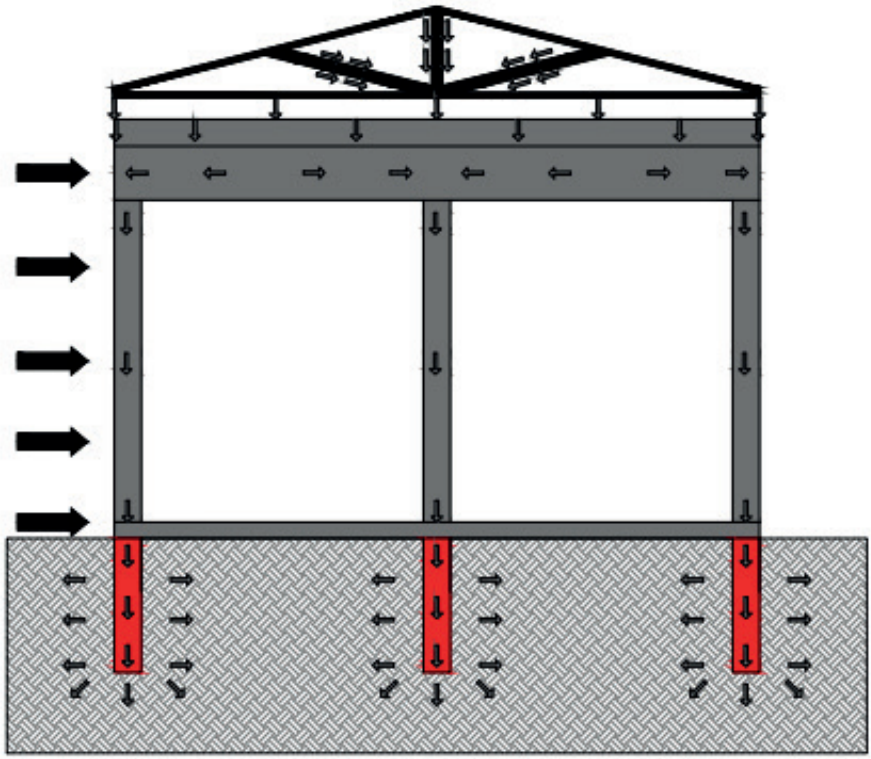


Figura 19 - Fundação tipo estacas

Fonte: Adaptado do website da empresa PraConstruir.

Disponível em: <https://www.blogpraconstruir.com.br>. Acesso em julho de 2020.

Vale ressaltar que foram abordados apenas os tipos de fundação mais comuns para construções de pequeno porte, mas existem ainda muitos outros tipos de fundação, como as estacas tipo franki e strauss, fundação do tipo tubulão e blocos de concreto (que também podem ser empregados nesse tipo de edificação por se assemelharem bastante às sapatas isoladas). Para a determinação do tipo de fundação a ser aplicada é importante a análise de um profissional capacitado que avalie o tipo de solo com o qual se está trabalhando. Além disso, não se dispensa o processo de sondagem de solo, como o ensaio de penetração padronizado (*Standard Penetration Test* - SPT), que nos trará com eficiência todas as informações necessárias do solo em análise e facilitará o processo de escolha do tipo de fundação que será aplicado, especialmente nos casos de construções maiores, que tenham mais pavimentos e uma carga consideravelmente alta.

Outro procedimento de fundamental importância é realizar o processo de impermeabilização dos elementos de fundação, pois o solo úmido transfere a umidade quando em contato com a fundação, o que vai culminar em excesso de umidade na

alvenaria, já que os tijolos são compostos de material poroso de grande absorção, e a água tende a subir por capilaridade. Nas obras, geralmente usa-se o impermeabilizante líquido (Vedacit, Sika ou similar) dosado em argamassa de cimento e areia. É importante também a impermeabilização das duas primeiras fiadas de tijolo, e o correto é que de forma alguma se deixe de fazer essa etapa ou que se faça de forma errada, pois a falta de impermeabilização é um problema que não pode ser corrigido posteriormente.

SUPERESTRUTURA

A etapa a ser realizada após a infraestrutura é a supraestrutura. Dentro da construção civil, ela consiste em todos os elementos estruturais posicionados acima do nível do solo; é a parte estrutural que se sustenta em colunas ou noutros elementos de apoio. Ao projetar uma superestrutura, é necessário considerar a pressão e a força que ela exercerá na construção acabada e equilibrá-las para abordar preocupações sobre segurança. Os elementos que compõem esta etapa são os pilares, as vigas e as lajes.

Essa estrutura pode ser feita em concreto armado, metal, alvenaria estrutural e steel frame, sendo a estrutura em concreto armado a mais usual para o tipo de obra em estudo, levando em consideração a variedade de solos, temperatura e fornecimento de materiais na região. Todos estes elementos são moldados em fôrmas, geralmente de madeira.

As fôrmas dos pilares são constituídas de quatro tábuas laterais, estribadas com cintas para evitar o abaulamento durante a concretagem. Nas extremidades dos pilares são deixadas portinholas para permitir a ligação dos ferros entre os pavimentos, caso haja. Os pilares de forma circular não serão modelados por fôrmas de madeira, mas por sarrafos que permitirão a curvatura.

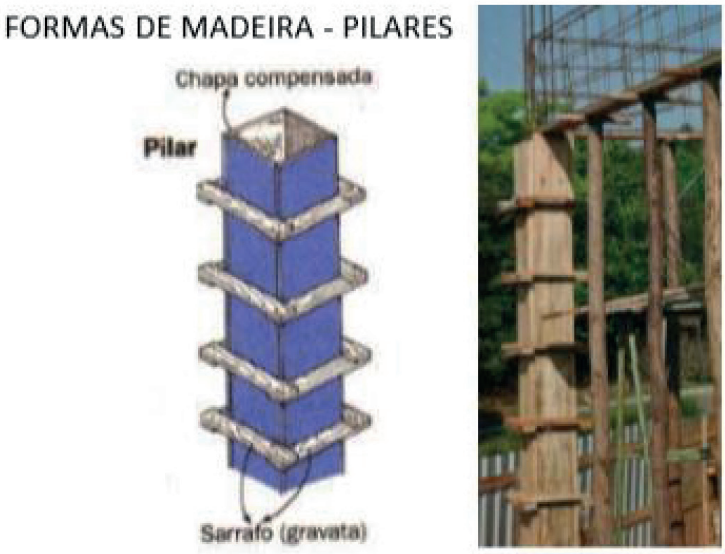


Figura 20 - Fôrma de madeira para pilares

Fonte: CAMPOS (2017).

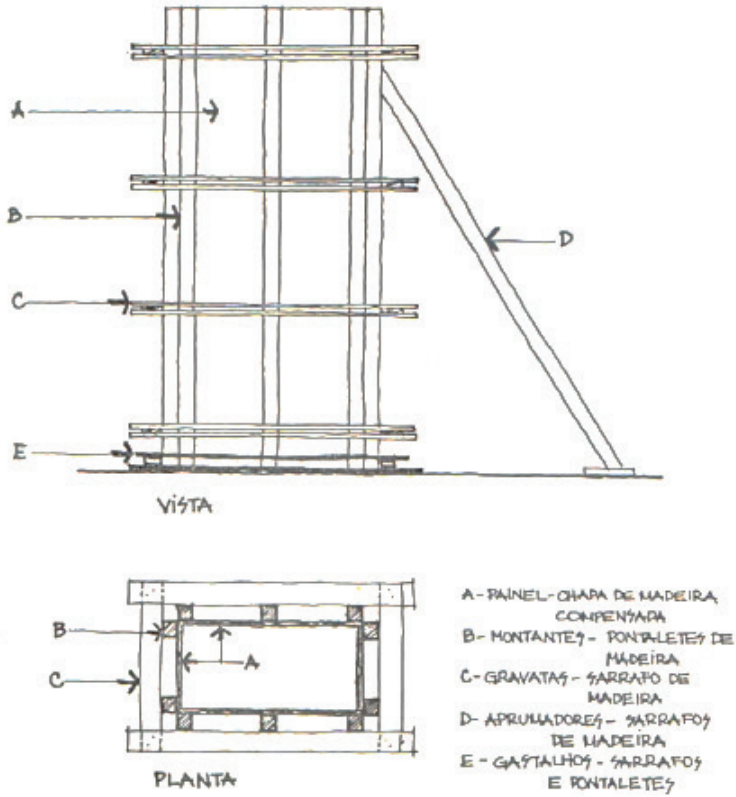


Figura 21 - Esquema de fôrma convencional para pilar

Fonte: Adaptado de Barros e Melhado (1998)

As fôrmas das vigas serão bem semelhantes às dos pilares, com diferença de que as faces superiores podem ser livres e devem ser escoradas a certa distância, assim como as lajes por escoras, sejam elas de madeira ou metal.

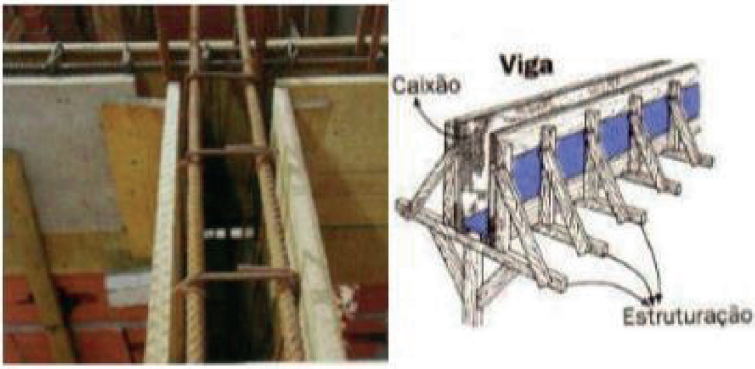


Figura 22 - Fôrma de madeira para vigas

Fonte: CAMPOS (2017).

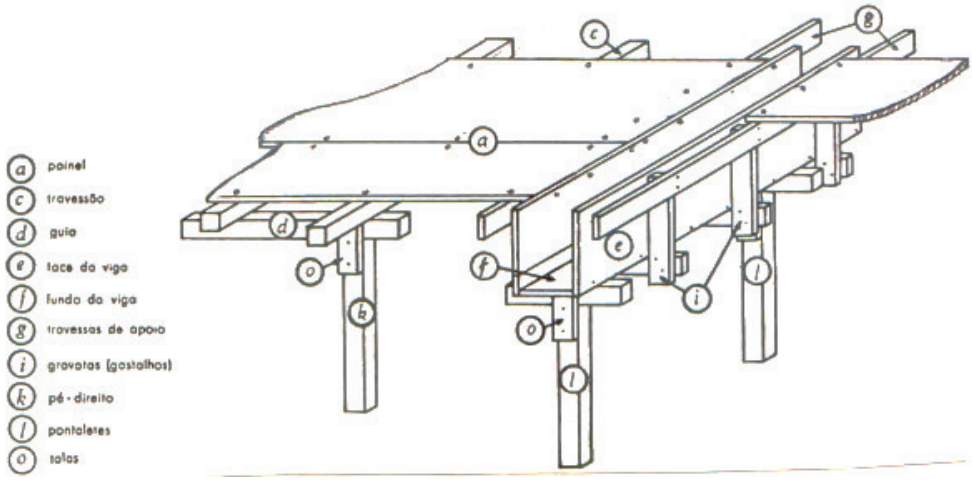


Figura 23 - Esquema de fôrma convencional para viga

Fonte: Cimento e Concreto, 1944.

As fôrmas para laje são feitas com um piso de tábuas de 1" apoiadas sobre uma trama de pontaletes horizontais, estes apoiados em pontaletes verticais (escoras). Este padrão de obra normalmente não ultrapassa os 3 metros de pé direito (distância do piso acabado até a laje), mas, caso isso ocorra, é necessário um sistema de travessas e escoras para evitar flambagem dos pontaletes no momento em que receberem a carga da concretagem.

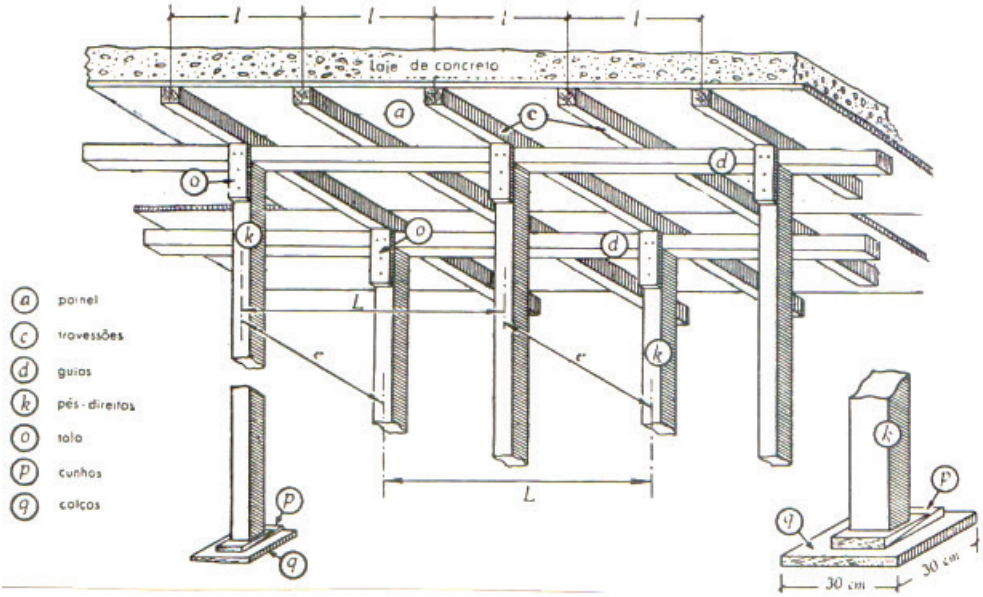


Figura 24 - Esquema de fôrma convencional para laje, utilizando-se travessões e guias

Fonte: Cimento e Concreto, 1944.

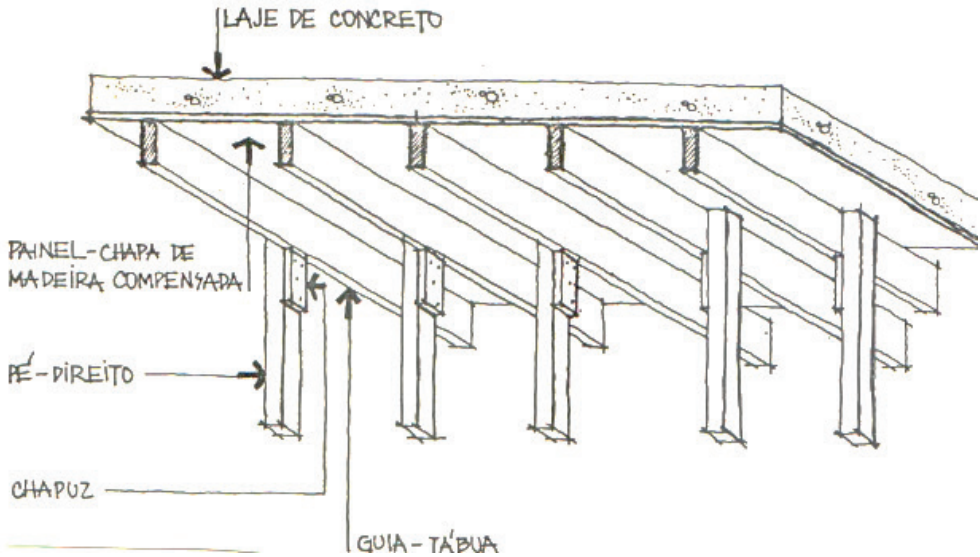


Figura 25 - Esquema de fôrma convencional para laje, utilizando-se apenas guias

Fonte: Adaptado de Barros e Melhado (1998)

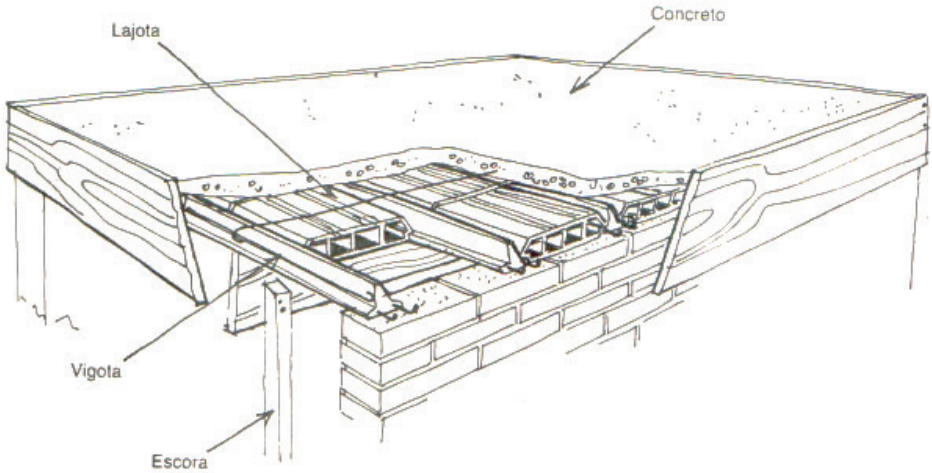


Figura 26 - Esquema de laje mista usualmente empregada em edifícios de múltiplos pavimentos

Fonte: Adaptado de Barros e Melhado (1998)

Outra etapa importante dentro da supraestrutura é a armação, e a compra das ferragens deve ser antecipada a fim de não atrasar o cronograma da obra. O armador ou ferreiro inicia seu trabalho antes mesmo do fim da montagem das fôrmas, fazendo alinhamento, corte e dobramento das barras conforme solicitado em projeto; assim, no momento em que as fôrmas estiverem montadas, este profissional fará a armação sobre o

madeiramento. As ferragens são fornecidas em barras de 12 ou 6 metros de comprimento, no caso daquelas que possuem bitola maior; já as de menor diâmetro (5,0 e 6,3 mm) podem ser fornecidos em rolos, o que vai gerar muito trabalho para o armador. Uma alternativa é optar pelo fornecimento de colunas já armadas, o que vai elevar o custo do material, porém economizará em mão de obra e prazo. Cabe ao responsável pela obra optar pela melhor alternativa.

No momento de fazer os pedidos das ferragens, é preciso se orientar quanto ao diâmetro e ao peso das barras, que podem ser observados na seguinte tabela:

Tabela 2: Relação de diâmetro e peso de barras de ferro

Diâmetro (polegada)	Diâmetro (milímetro)	kg/m
3/16”	5,0	0,2
1/4”	6,3	0,3
5/16”	8,0	0,4
3/8”	10,0	0,6
1/2”	12,5	1,0
5/8”	16,0	1,6
3/4”	20,0	2,5
1”	25,0	4,0

Fonte: Adaptado de Borges, Montefusco e Leite (2009).

O trabalho com o ferro para o concreto pode ser dividido em duas etapas: corte e preparo, e a armação. A primeira fase é realizada em qualquer lugar da obra e é quando serão cortadas e dobradas todas as barras em acordo com o projeto. A segunda etapa é executada sobre as próprias fôrmas, no caso de vigas e lajes; quando os pilares exigem que a armação seja feita previamente, isso é feito antes da montagem das fôrmas. O procedimento pode ser observado nas figuras a seguir:

Figura 27 - Procedimento de corte das barras de ferro

Fonte: Campos, 2017.

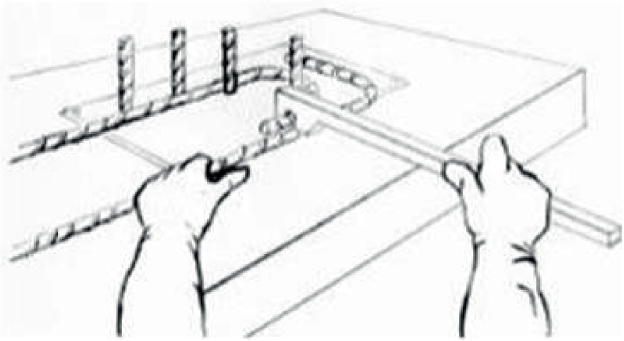


Figura 28 - Procedimento de dobragem das barras de ferro

Fonte: Campos, 2017.

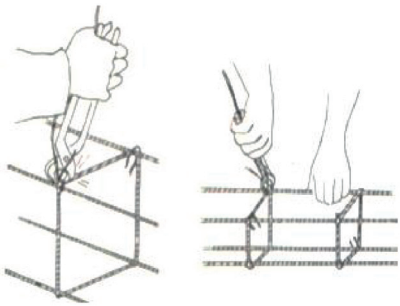


Figura 29 - Procedimento de emenda das barras de ferro

Fonte: Campos, 2017.

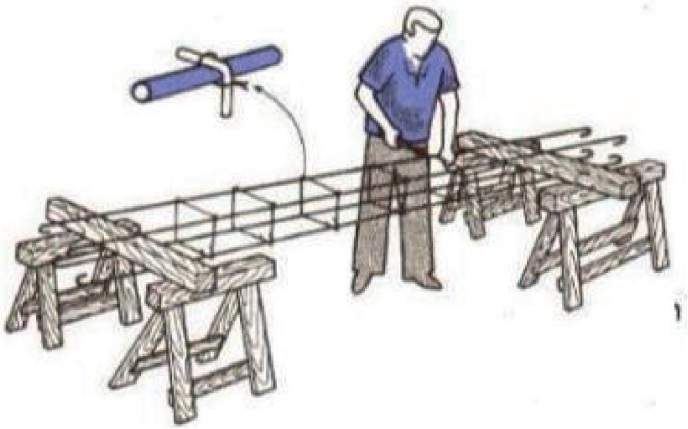


Figura 30 - Procedimento de armação das barras de ferro

Fonte: Campos, 2017.

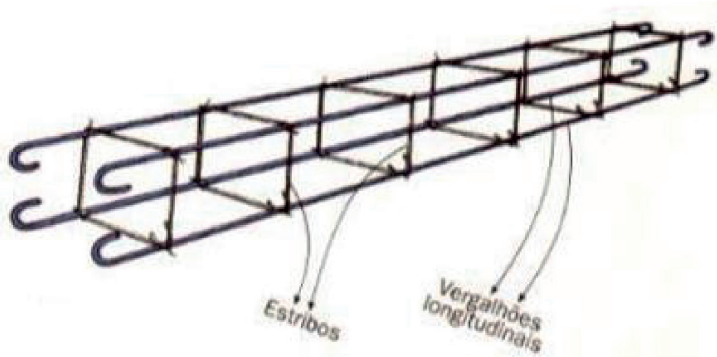


Figura 31 - Armadura finalizada e pronta para ser posicionada

Fonte: Campos, 2017.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o aço é classificado como barra quando produto de bitola 5,0 mm ou superior, obtido por laminação a quente ou laminação a quente e encruamento a frio, e como fio o de bitola 12,5 mm ou inferior, obtido por trefilação ou processo equivalente (BORGES, MONTEFUSCO e LEITE, 2009). Os aços podem ser classificados em duas classes:

- Classe A: Obtido por laminação a quente, sem necessidade de posterior deformação a frio, com patamar de escoamento definido caracterizado no diagrama tensão-deformação.
- Classe B: Obtido por deformação a frio, sem patamar no diagrama tensão-deformação.

Os aços também podem ser classificados por categorias em acordo com o valor característico do limite de escoamento, sendo elas: CA-25, CA-32, CA-40, CA-50 e CA-60. O CA-50 é comumente o usado nos cálculos estruturais.

A última etapa que antecede a concretagem é a colocação de conduítes e caixas de passagem para ponto de iluminação, que será executada pelo eletricista simultaneamente com os serviços do armador. O projeto elétrico será seguido com muito cuidado para não prejudicar a armação de ferro, fechando todas as aberturas das caixas e dos tubos com pano ou papel para que não sejam entupidas no momento da concretagem, evitando que haja quebras nas lajes após concretada.

Figura 32 - Laje preparada com a passagens de conduítes e caixas de iluminação

Fonte: Campos, 2017

O concreto para vigas, pilares e laje pode ser tanto produzido na obra, com o auxílio de betoneira e seguindo o traço correto, quanto pode ser o usinado. O ideal é que se inicie a concretagem no período da manhã para que haja um rendimento maior durante o dia de trabalho, visto que essa etapa leva mais de um dia para execução, e a mobilização da equipe para essa etapa é fundamental. Outro ponto a que se deve atentar é o uso de um vibrador, que deixará os agregados do concreto mais uniformemente distribuídos e, assim, as fôrmas serão preenchidas em sua totalidade. As tábuas das fôrmas devem ser molhadas com abundância, para que as frestas e aberturas desapareçam com o inchamento da madeira. No dia seguinte, a concretagem pode ser retomada normalmente, visto que adquire consistência com 12 horas; porém, deve-se ter o cuidado de não aplicar grande cargas, pois o prazo que deve ser respeitado por norma é de 28 dias para a cura e para que se possa retirar as escoras das lajes e desenformar os outros elementos. Vale lembrar que é preciso fazer a lavagem da laje, principalmente nos 3 a 4 primeiros dias, visto que a pega do cimento em ambiente úmido resultará em uma maior resistência, evitando rachaduras que surgem com a pega a seco.

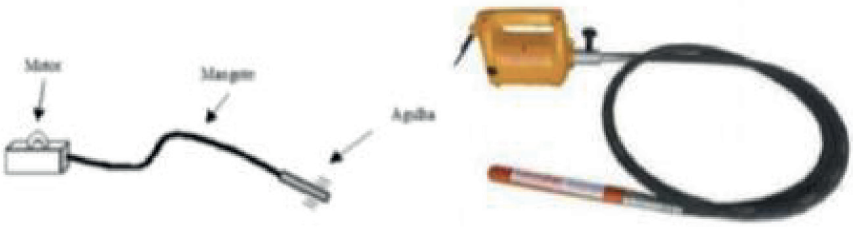


Figura 33 - Aparelho que realiza o processo de vibração para homogeneizar a concretagem

Fonte: Campos, 2017.

Figura 34 - Processo de lavagem da laje para manter a umidade durante o processo de pega do cimento

Fonte: Campos, 2017.

ALVENARIA

É um processo que antecede a laje, na ordem cronológica de execução, mas será abordado separadamente da supraestrutura, pois nosso foco é o modelo mais comum de construção. Desta forma, abordaremos a alvenaria comum – lembrando que existe a alvenaria estrutural, um elemento que engloba o processo de alvenaria e supraestrutura como um só.

O serviço é iniciado pelos cantos, de preferência os principais, obedecendo o alinhamento vertical com auxílio do prumo de pedreiro. No alinhamento horizontal, o cantilhão (régua de madeira do comprimento do pé direito) funciona como guia nas espessuras e alturas das fiadas. Normalmente se prevê camadas de 1,5 cm de espessura de argamassa entre duas fiadas, partindo dos cantos; o restante apenas segue o alinhamento, onde também se estica uma linha entre os cantos já levantados para servir como guia, como demonstrado na figura seguinte:

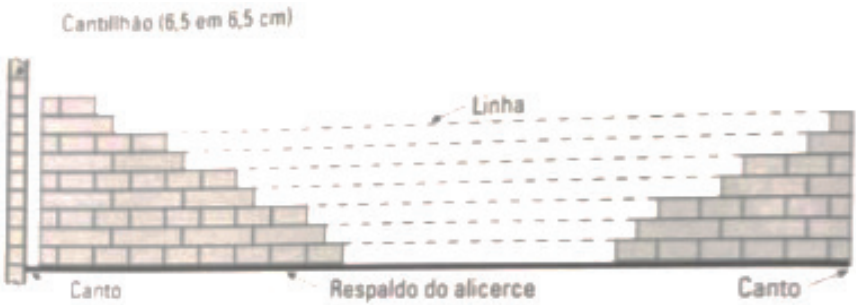


Figura 35 - Sistema de orientação para alvenaria

Fonte: Borges, Montefusco e Leite (2009).

Segundo Borges, Montefusco e Leite (2009), a distribuição dos tijolos em paredes de tijolos apresenta duas opções: amarração comum ou amarração francesa. Nas figuras a seguir podemos observar em detalhes como é a disposição de cada uma:

Figura 36 - Amarração comum de tijolos de ½ vez e 1 vez

Fonte: Azevedo, 2016.

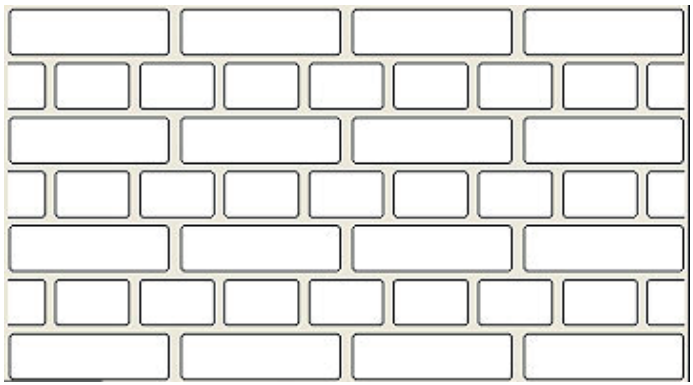


Figura 37 - Amarração francesa de tijolos

Fonte: Azevedo, 2016.

Durante o assentamento de alvenaria, andaimes serão providenciados ao se atingir a altura de 1,50 m. Deve-se ter muito cuidado e todo um preparo para o trabalho em altura, pois o serviço será desta forma até que alcance a altura da laje. Outro ponto importante é a abertura dos vãos para portas e janelas conforme o projeto, onde se faz necessário deixar as folgas para encaixar os batentes. Em caso de esquadrias de madeira, devemos acrescentar 10 cm na largura e 5 cm na altura para portas, enquanto que para as janelas são 10 cm na largura e na altura. Para as esquadrias de ferro, os acréscimos são de apenas 3 cm.

A argamassa para assentamento de tijolo composta de cal e areia tem traço aproximado de 1:3, e, dependendo do volume a ser usado na obra, pode ser preparada manualmente com o acréscimo de cimento e água, ou com uso de betoneira, ou ainda pode ser empregada a argamassa industrial, já vendida pronta para aplicação. Segundo Borges (2009), durante o assentamento deve-se observar alguns fatores para garantir um bom resultado: as juntas de argamassa entre os tijolos devem estar completamente cheias, pois deixá-las semicheias resultará em problemas futuros; os painéis de paredes devem estar perfeitamente no prumo e alinhadas, pois, do contrário, será necessária uma camada de revestimento de muita espessura para acertá-las (além de não ser econômico, pelo excesso de consumo de argamassa de revestimento, esta poderá se desprender da parede pela grande espessura); por último, as fiadas devem estar perfeitamente niveladas para se evitar acertos, o que só se obtém aumentando a espessura de massa entre duas fiadas.

O último ponto a ser abordado em relação à alvenaria são as vergas e contravergas, que devem ser empregadas sobre os vãos das portas e sobre e sob os vãos das janelas. Quando se trabalha sobre os vãos, a verga é usada para evitar que as cargas da alvenaria superior descarreguem na esquadria, danificando-a, e quando se trabalha sob os vãos, é usada a contraverga, que distribui as cargas concentradas uniformemente pela alvenaria inferior.

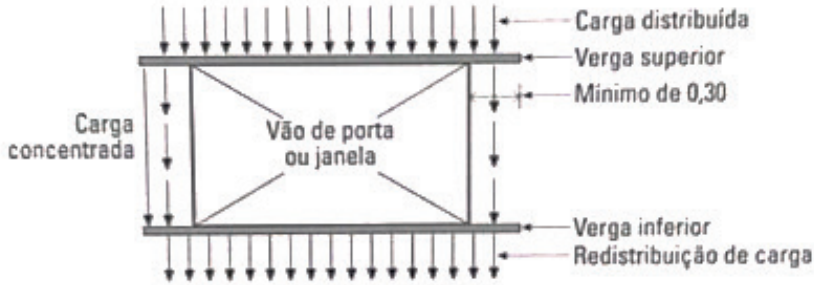


Figura 38 - Demonstração dos esforços com a presença das vergas em vãos

Fonte: Borges, Montefusco e Leite (2009).

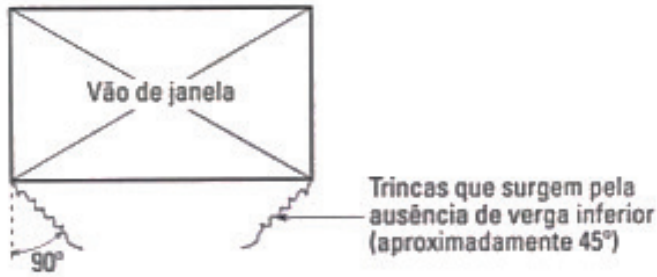


Figura 39 - Demonstração dos esforços sem a presença das vergas em vãos

Fonte: Borges, Montefusco e Leite (2009).

Deve-se ter cuidado apenas com vãos maiores que 2,40 m, pois nestes casos as vergas devem ser calculadas como vigas. Em casos de vãos menores que 2,40 m, o normal é que se use barras de ferro entre as fiadas de tijolos ou até mesmo treliças.

COBERTURA

Por definição, configura-se como cobertura o agrupamento de elementos que são localizados no topo da edificação. Sua principal finalidade é garantir a estanqueidade quanto à incidência de água da chuva, garantir a proteção dos componentes perante às variações climáticas que podem causar a sua deteorização, além de proporcionar melhorias no desempenho térmico e acústico da edificação, segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013).

O serviço de cobertura é realizado após o levantamento das alvenarias. Para perfeita concepção desta etapa é de fundamental importância que os requisitos de projeto sejam atendidos com maestria. O detalhamento e as especificações de projeto devem estar dispostos maneira clara, precisa e com maior número de informações possível, para se evitar possíveis erros de execução.

São diversos os tipos de cobertura existentes, porém, os mais usuais e tradicionalmente empregados são os telhados e as lajes de concreto armado impermeabilizadas (CARDOSO, 2000). O uso de ambos os sistemas deve atender às necessidades de projeto da estrutura; contudo, o uso de telhados mostra-se mais promissor devido ao reduzido peso próprio, além de não ser necessário o uso de sistemas de impermeabilização, que podem gerar aumentos de custo adicional ao final da obra. Em função da maior utilização deste método, o enfoque deste capítulo será em coberturas com telhado.

A construção da cobertura com telhado é dividida em duas etapas: estrutura (engradamento) e cobertura (telhas). Sua estrutura é composta por uma série de elementos com funções distintas e específicas. O material da estrutura pode ser de madeira ou metálico, a depender das especificações de projeto, como demonstrado na Figura 40.

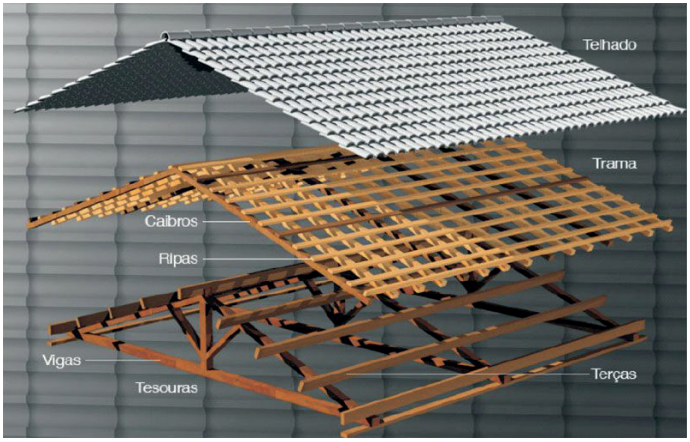


Figura 40 - Sistema estrutural de cobertura

Fonte: Cultura Mix, 2012.

9.1 ESTRUTURA PRINCIPAL – TESOURAS

A estrutura principal é o primeiro sistema de cobertura a ser construído. Ela é composta pelas tesouras, que têm a função de transmitir os esforços oriundos da estrutura secundária para os apoios fixados no topo das alvenarias.

Atualmente os materiais mais utilizados para confecção da estrutura principal é a madeira e o metal. Muito embora as estruturas metálicas tenham ganhado espaço no mercado, devido a agilidade de montagem, seu custo é relativamente mais alto que o de elementos produzidos em madeira, especialmente em regiões onde há grande disponibilidade de madeira de reflorestamento. Portanto, a disponibilidade de recursos da localidade influenciará a escolha do material empregado no serviço de cobertura.

Tradicionalmente, a madeira é mais empregada desde os primórdios das construções, o que se deve principalmente à facilidade de montagem das peças e ao melhor comportamento deste material em sistemas treliçados, como é o caso das tesouras.

Existem diversas formas de variações de sistemas treliçados. No Brasil, o mais usual são as treliças do tipo Howe, que permitem a ligação nas junções por meio das técnicas de entalhe ou sambladura; entretanto, não é a alternativa mais econômica dentre as disponíveis. Inicialmente, o serviço é feito em carpintaria através do corte das peças, que em obra, são encaixadas. Sua fixação poderá ou não ser feita por meio de ligações parafusadas (MOLITERNO, 2010). A Figura 41 retrata algumas possíveis variações de treliças triangulares, enquanto a Figura 42 representa os componentes que conformam o sistema de treliça do tipo Howe.

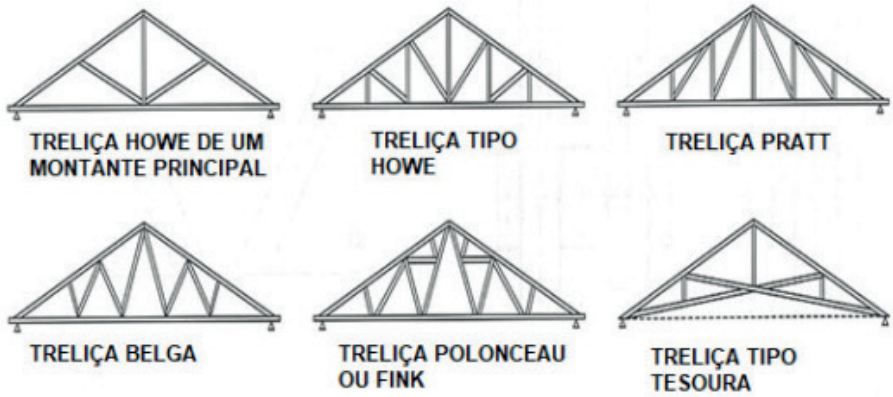


Figura 41 - Sistemas de treliças triangulares

Fonte: Pfeil, 2003.

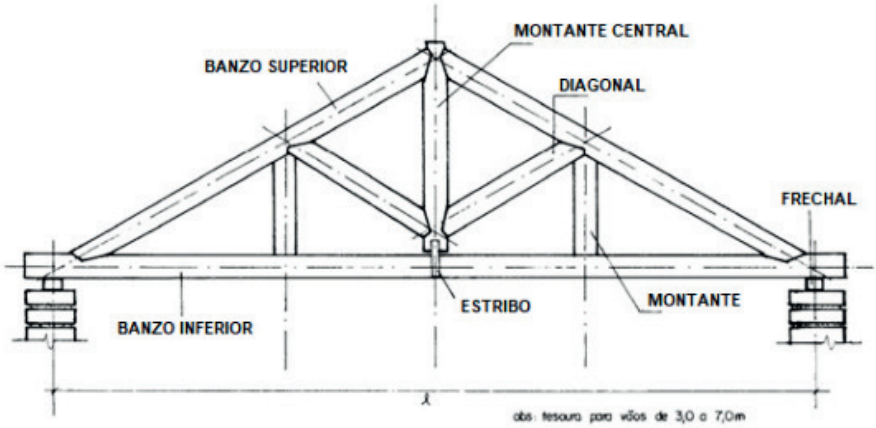


Figura 42 - Sistema de tesoura tipo Howe

Fonte: Milito, 2004.

9.2 ESTRUTURA SECUNDÁRIA

A trama compõe a estrutura secundária da cobertura, composta por caibros (elementos na vertical) e ripas (elementos na horizontal), apoiados sobre as terças, que podem ou não ser necessárias. Possui função estrutural na qual as telhas são fixadas. Sua estrutura pode apresentar diversas variações de acordo com o tipo de telha que será utilizado. No caso de telhas de menor magnitude, como as telhas cerâmicas e a de concreto, Cardoso (2000) indica o uso de terças, caibros e ripas para melhor fixação das mesmas. Já para telhas maiores, como telhas de fibrocimento, metálicas ou plásticas, o uso de caibros e ripas torna-se opcional e desnecessário.

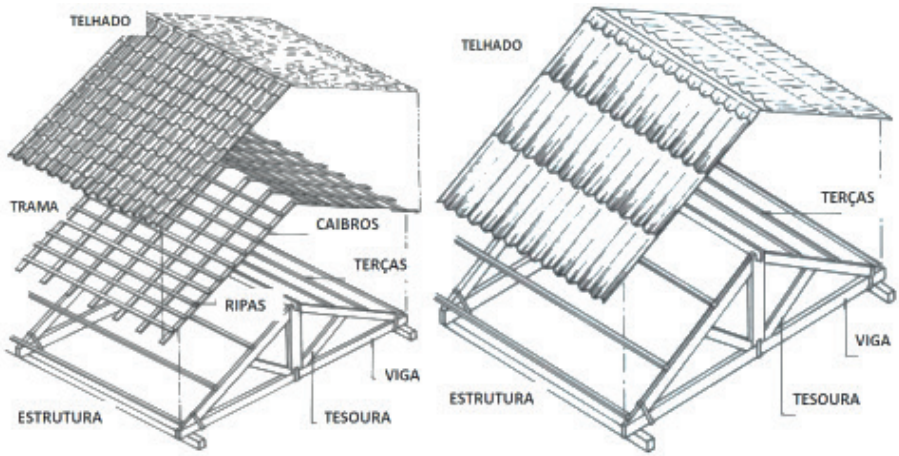


Figura 43 - Variações de tramas

Fonte: modificado de Rodrigues, 2006.

9.2 LIGAÇÕES EM PEÇAS DE MADEIRA

Pfeil (2003) menciona que estruturas em madeiras sofrem algumas limitações prévias no que diz respeito às dimensões das peças, que na maioria dos casos precisam ser encaixadas por meio de junções. Os materiais mais usuais para esse serviço são parafusos, pregos, grampos, conexões metálicas, colas, entalhes etc.

O tipo de material empregado dependerá dos esforços a que a peça estará sendo submetida, com detalhes previstos em projeto. Silva (2010) orienta o emprego de pregos, ligações parafusadas e conexões metálicas em peças submetidas a esforços de tração e entalhes em peças comprimidas, como demostrado na Figura 44 e na Figura 45, respectivamente.

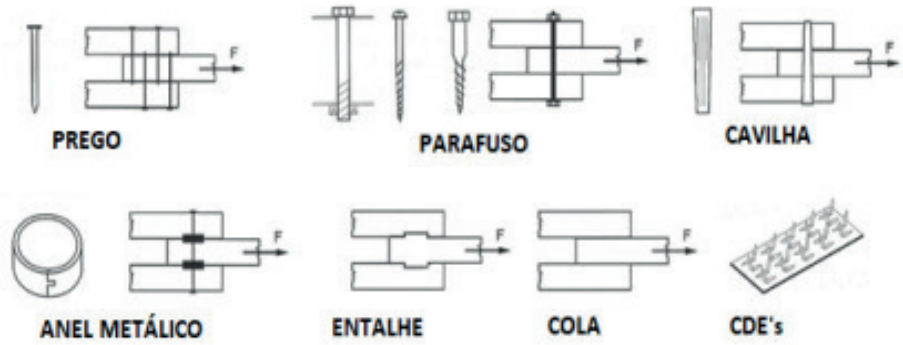


Figura 44 - Exemplos de ligações em peças de madeira

Fonte: Pfeil, 2003.

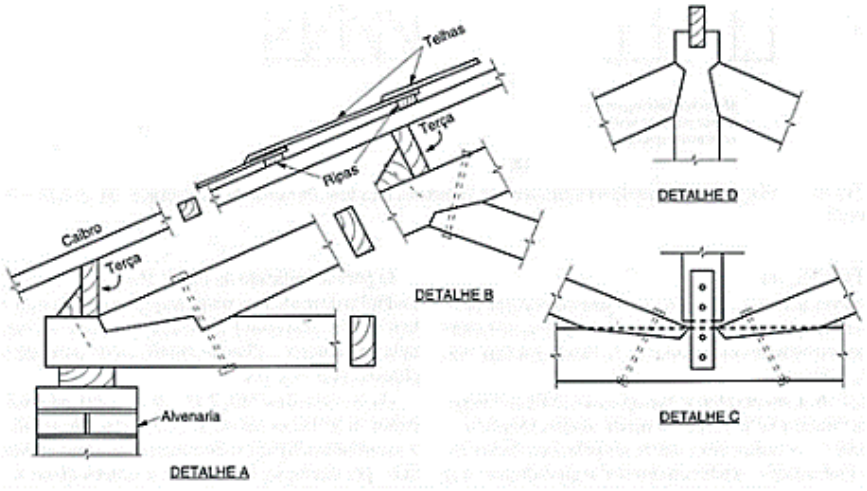


Figura 45 - Ligação de entalhe

Fonte: Pfeil, 2003.

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS/ESGOTO SANITÁRIO

10.1 ÁGUA FRIA

Carvalho Júnior (2016) define rede de distribuição de água como todo o sistema composto por tubulações que garantem o abastecimento dos pontos de consumo de uma edificação. As colunas de distribuição são basicamente as tubulações que saem do barrilete e descem verticalmente de forma a garantir o abastecimento dos ramais e sub-ramais.

O dimensionamento de toda a rede de distribuição interna à edificação é feito levando em consideração as alturas manométricas provenientes dos pontos de consumo, assim como as perdas de carga que influenciarão na diminuição das pressões ao logo do trajeto. O tipo de material empregado também irá interferir nos efeitos de cálculo, quanto a sua rugosidade característica. Em obras de pequeno porte, como em questão, são usualmente empregadas tubulações em policloreto de vinila, popularmente conhecido como PVC. Todos os aspectos de dimensionamento devem estar de acordo com as especificações contidas na NBR 5626 (ABNT, 1998) que estipula parâmetros de projeto, execução e manutenção da instalação predial de água fria.

O sistema de abastecimento em prédios e residências térreas pode ser concebido a partir de três possíveis meios de instalação, de acordo com Macintyre (1990):

- Sistema direto de distribuição:

Todo o fornecimento de água é advindo da rede pública de abastecimento, sem a presença de reservatório na edificação. Tal mecanismo permite o abastecimento de água com pressões e quantidades suficientes para a distribuição nos pontos de consumo. Tem-se, portanto, um sistema de extensão da rede pública para o interior da edificação. Em casos de falta de água decorrente de falhas no sistema público de fornecimento, todos os pontos serão também afetados, até que o serviço seja normalizado, por não conter reservatório interno.

- Sistema indireto de distribuição:

Sua principal característica é a presença de reservatório interno que garante o abastecimento de água por determinado tempo em casos de possíveis falhas na rede pública de distribuição, como observado na Figura 46. Este sistema mostra-se mais promissor quanto às variações de pressões, apresentando melhor estabilidade se comparado ao sistema direto, visto que grandes discrepâncias de pressões no sistema podem ocasionar em danos aos componentes da instalação.

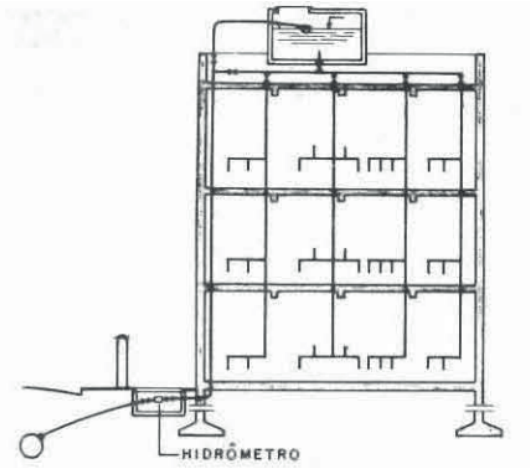


Figura 46 - Representação de sistema abastecimento indireto, sem bombeamento

Fonte: Macintyre (1990).

A pressão fornecida pela rede de distribuição pública é, na maioria dos casos, suficiente para o abastecimento de reservatórios suspensos em prédios de até três pavimentos de altura. Porém, em construções de grande ponte, geralmente é necessária a instalação de sistemas de bombeamento e previsão de mais de um reversatório situado a uma altura intermediária, para que seja garantido o funcionamento do sistema com pressões adequadas, como exposto na Figura 47.

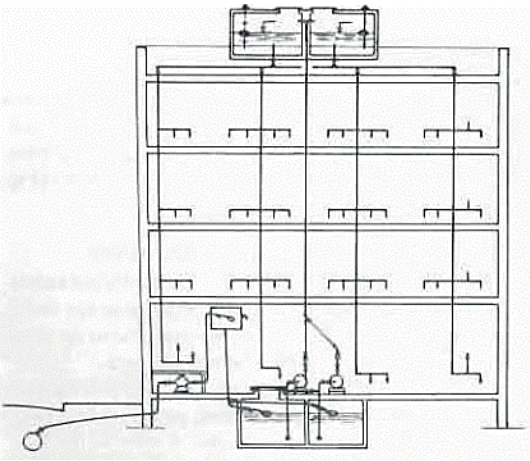


Figura 47 - Representação de sistema de abastecimento indireto, com bombeamento

Fonte: Macintyre (1990).

- Sistema misto de distribuição:

Neste tipo de sistema de instalação faz-se o uso do sistema direto e indireto, onde partes dos pontos de consumo são abastecidos pelo sistema direto (geralmente os pontos internos à edificação) e os demais, como torneiras externas, são conectados à rede pública. Isso garante o abastecimento mediante o uso de reservatório em pontos fundamentais.

10.2 ÁGUA QUENTE

O fornecimento de água quente dependerá das necessidades que o ambiente precisa atender e é destinado à melhor comodidade e higienização em algumas peças sanitárias. Para que tal necessidade seja atendida, as peças deverão estar perfeitamente dimensionadas de maneira a comportar as oscilações de calor que o sistema pode produzir durante seu funcionamento, apresentando resistência e funcionalidade.

Macintyre (1990) menciona que o sistema de aquecimento de água pode ocorrer das seguintes formas:

- Individual: constitui o sistema de aquecimento que comporta apenas um único aparelho. Normalmente está localizado em banheiros ou cozinha.
- Central privado: sistema que comporta o aquecimento de vários ambientes distintos, porém, dentro da mesma unidade habitacional, garantindo o fornecimento de água quente em mais de um aparelho.
- Central coletiva: permite o aquecimento de diversos pontos em vários ambientes e unidades distintas, como é o caso de hospitais, hotéis e escolas, por exemplo.

10.3 ESGOTO SANITÁRIO

De maneira análoga existem diversos tipos de esgoto, e cada tipo de edificação irá produzir esgotos com propriedades distintas, variando de acordo com a função e a ocupação do local. Geralmente são produzidos esgotos domésticos, industriais, comerciais etc., e cada tipo sofrerá um tratamento diferente. Trataremos aqui somente do esgoto doméstico, visto ao tipo de obra que está sendo analisada.

Todas as etapas de dimensionamento deverão seguir as recomendações previstas na NBR 8160 (ABNT, 1999), que fornece informações pertinentes quanto ao projeto, à execução, aos ensaios e aos requisitos de manutenção de sistemas de esgoto sanitário.

Todo o sistema será composto basicamente por elementos de tubulação primária e secundária. Constitui-se como instalação primária todos os componentes que estão em contato direto com o coletor público; consequentemente, todos os gases e odores gerados estarão presentes nestas tubulações. Já o sistema de instalação secundário não possui contato direto com o esgoto público, se restringindo apenas às tubulações contidas na edificação. Ambos os sistemas estão esquematizados na Figura 48.

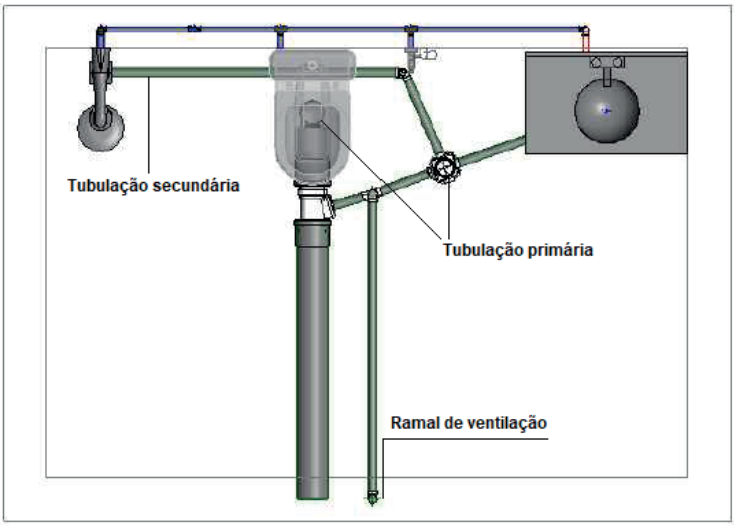


Figura 48 - Tubulação primária e secundária

Fonte: Autor (2020).

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A execução das instalações elétricas em uma edificação é de fundamental importância para que todo o sistema de fornecimento de energia funcione de acordo com as necessidades de fornecimento. Para a instalação correta dos componentes é necessário que o executor do serviço apresente perfeito compreendimento quanto aos elementos contidos em projeto, evitando assim eventuais erros de execução.

Todos os dutos devem estar instalados em seus respectivos pontos de distribuição. Seu estado de conservação deve ser garantido, assim como a previsão de possíveis interferências que o projeto elétrico pode ter com os demais projetos, como o projeto hidráulico, estrutural e arquitetônico, causando a incompatibilidade entre eles em alguns casos.

Para Creder (2016), entende-se como projeto de instalações elétricas o conjunto de elementos como pontos de fornecimento elétrico, quadros de comandos, percurso e seção dos condutores, separação dos circuitos necessários e suas respectivas cargas, dispositivos de manobra, dentre outros detalhes que são fundamentais para o perfeito funcionamento do sistema.

O projeto de instalações elétricas deve ser feito por profissional devidamente capacitado para tal finalidade. Todas as informações contidas em projeto devem ser claras, concisas e de acordo com as orientações da NBR 5410 (ABNT, 2004), que regulamenta as instalações elétricas para baixas tensões.

11.1 PREVISÃO DE CARGAS PARA PONTOS DE TOMADA

A carga total para efeitos de dimensionamento de pontos de tomada é calculada em função da potência nominal absorvida pelos aparelhos que são normalmente utilizados nas edificações em função do seu uso e aplicação. Este valor pode ser fornecido pelo fabricante do equipamento ou calculado considerando a tensão nominal, a corrente nominal e o fator de potência para cada aparelho (CREDER, 2016).

Aparelho	Potência (W)	Aparelho	Potência (W)
Aquecedor de ambiente	1000	Geladeira comum	150
Aquecedor tipo boiler	1500	Geladeira duplex ou freezer	400
Aspirador de pó	1300	Grill	1000
Barbeador	50	Liquidificador	200
Batedeira	100	Máquina de costura	100
Chuveiro	4400	Máquina de lavar roupa	500
Circulador de ar	150	Micro-ondas	1000
Aparelho de som	100	Projetor de slides	100
Enceradeira	300	Rádio	50
Esterilizador	200	Secador de cabelo	1000
Exaustor	300	Televisor	80
Ferro de engomar – comum	500	Torradeira	1000
Ferro de engomar – regulável	1000	Ventilador	150

Tabela 3 - Potência média de alguns aparelhos eletrodomésticos

Fonte: Creder, 2016.

A NBR 5410 (ABNT, 2004) determina a quantidade dos pontos de tomadas para habitações residenciais, hotéis, motéis e demais estabelecimentos similares:

- Em áreas inferiores a 6 m², deve ser previsto ao menos um ponto de tomada; já para áreas superiores a 6 m², considera-se uma tomada para cada 5 metros inteiros ou fracionados de perímetro de parede. Os pontos devem ser dispostos de maneira a atender vários pontos de fornecimento.
- Previsão de ao mínimo um ponto de tomada para cada banheiro ou lavabo, situado o mais próximo possível do lavatório.
- Em ambientes como cozinhas, copas, áreas molháveis e de serviço, considera-se para cada 3,5 metros de perímetro (inteiro ou fracionado) um ponto de tomada. Em bancadas com largura superior ou igual a 0,30 metro recomenda-se a instalação de uma tomada.
- Em locais onde o trânsito de pessoas é reduzido, como em subsolos, halls, garagens, varandas, escadarias e lugares similares, é necessária a instalação de uma tomada para cada ambiente anteriormente citado.
- Na impossibilidade de instalação de pontos de tomada em varandas, o mesmo deve ser concebido no acesso mais próximo da área.

11.2 PREVISÃO DE CARGAS PARA PONTO DE ILUMINAÇÃO

Considerando as recomendações previstas na NBR 5410 (ABNT, 2004), as previsões de cargas para pontos de iluminação incandescentes devem seguir os seguintes parâmetros:

- Em habitações residenciais, assim como em hotéis e estabelecimentos correlatos, recomenda-se a instalação de no mínimo um ponto de iluminação no teto, de 100 VA de potência mínima.
- Em ambientes em que a área for igual ou inferior a 6 m² deve ser prevista a instalação de carga de no mínimo 100 VA; em contrapartida, em áreas maiores que 6 m² a recomendação se mantém, contudo, deve ser considerado o acréscimo de 60 VA para cada 4 m² inteiros que sejam acrescidos a esta área.

ESQUADRIAS

Por definição, as esquadrias são o conjunto de elementos que possibilitam a abertura e o fechamento de ambientes, com o intuito de permitir passagem de luz, circulação de pessoas e ventilação no interior dos ambientes, além de proporcionar a proteção contra as variações climáticas existentes. Existem diversos tipos de esquadrias com funções específicas para cada tipo de obra, como é o caso dos brises, cobogós, gradeamentos etc., porém, por serem obras de pequeno porte, trataremos aqui da execução das esquadrias mais comuns existentes: portas e janelas.

As esquadrias podem ser classificadas de acordo com diversos fatores, como forma de abertura, função e material constituinte, por exemplo. Os materiais das esquadrias dependerão das especificações contidas em projeto; contudo, os mais tradicionais são madeira, metal, vidro, PVC e alumínio, mas podem ser compostas por mais de um material, constituindo um sistema misto. Portanto, dependendo do material empregado, as técnicas de execução poderão sofrer variações.

Tendo como foco principal o desempenho e a funcionalidade, todas as esquadrias devem atender às especificações contidas nas normas NBR 10821-1, NBR 10821-2 e NBR 10821-3 (ABNT, 2017). Todas elas estipulam parâmetros necessários que precisam ser atendidos pelas esquadrias para que estejam de acordo com a sua designação, sendo necessário conferir demais normas pertinentes a depender do material da esquadria.

Para a execução do serviço, é necessário que os vãos estejam perfeitamente abertos e demarcados, as vergas e contravergas tenham sido executadas e o tempo de cura respeitado para que se faça a instalação de janelas, vergas e batentes para o assentamento de portas.

12.1 INSTALAÇÃO DE ESQUADRIAS EM MADEIRA

Considerando as diversas variações existentes de processo executivo para instalação de esquadrias em função dos materiais existentes, será exposta aqui somente a execução de alvenarias em madeira, em decorrência da tradicionalidade da técnica.

Para Cecília Silva e Jefferson Silva (2007), a instalação de portas e janelas em madeira deve seguir as seguintes etapas de execução:

1º: Posicionamento. Para que a esquadria seja instalada de maneira adequada, é de suma importância prever uma folga entre a alvenaria e a esquadria, para que esta possa adentrar o espaço de maneira prática, seguindo as delimitações de níveis e prumos adequados. Em caso de portas, a cota final do piso deve ser respeitada.

2º: Execução do marco. Nesta etapa, o batente deve ser encaixado com a utilização de cunhas, de maneira que sejam aderidas sem excesso de folga nas extremidades dos caixilhos, para evitar possível empenamento da peça. É importante conferir os níveis, cotas e prumos.

3º: Posicionamento. Inicialmente, a esquadria deve ser colocada no vão a ser fixada, com todas as contas devidamente ajustadas. Usualmente é feito o uso de espuma expansiva de poliuretano, que deve ser aplicada em pontos estratégicos, de acordo com a exemplificação contida na Figura 49 e na Figura 50. O tempo de ação da espuma varia conforme as determinações do fabricante do material.

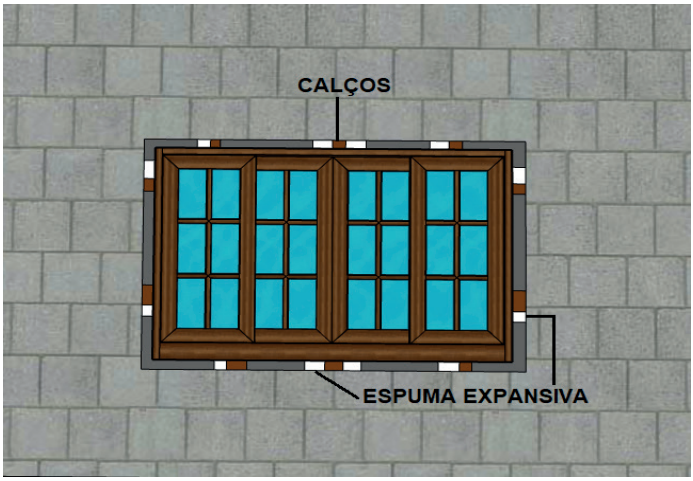


Figura 49 - Pontos de aplicação de espuma expansiva em janelas

Fonte: Autor (2020).

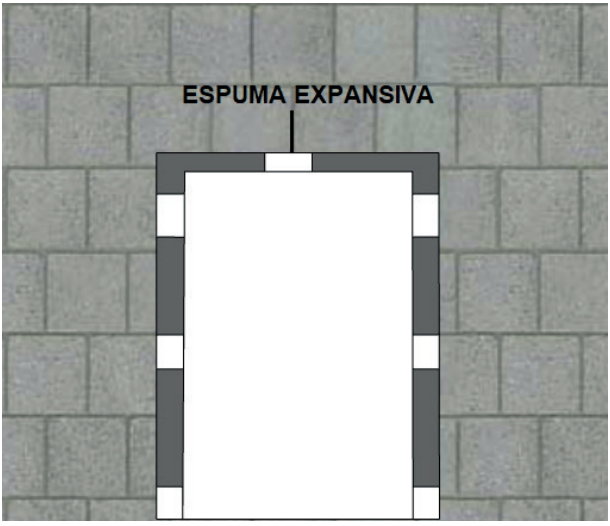


Figura 50 - Pontos de aplicação de espuma expansiva em portas

Fonte: Autor (2020).

4º: Ajustes. Após o tempo de espera de ação da espuma de poliuretano, os excessos devem ser removidos, bem como retirados das cunhas e demais apoios utilizados no processo.

5º: Como conclusão do serviço, as guarnições e outras peças complementares devem ser fixadas nos marcos reguláveis.

REVESTIMENTO DE PAREDES

Conforme a NBR 13529 (ABNT, 2013), denomina-se revestimento o conjunto de camadas geralmente composto por revestimento argamassado, revestido por artefatos decorativos, que apresentam propriedades condizentes com a base, com o intuito de garantir a proteção complementar aos demais sistemas de vedação empregados.

Suas principais funções são:

- Garantir a proteção da alvenaria contra agentes do intemperismo;
- compor o sistema de desempenho de vedação da estrutura;
- regularizar a base do substrato, para posteriormente ser recoberto por elementos decorativos.

Vários autores ressaltam a importância da execução correta do revestimento, sendo ele o principal responsável pelo surgimento de manifestações patológicas ao longo da vida útil da edificação. Para a garantia de uma execução correta é preciso seguir várias especificações já consolidadas. As principais normas e especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) relacionadas a argamassas para revestimento são:

- NBR 13749 (ABNT, 2013) – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação.
- Estipula parâmetros normativos quanto ao recebimento correto de argamassas inorgânicas para aplicações em paredes de teto, sendo aplicável a estruturas concebidas em concreto e alvenaria.
- NBR 13277 (ABNT, 2005) – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água.
- Esta norma estipula métodos de determinação do fator de água em argamassas. Sendo a retenção de água a capacidade da argamassa em estado fresco de manter em sua composição os aspectos de trabalhabilidade, sua perda de água de amassamento pode interferir significativamente nas propriedades no estado endurecido.
- NBR 13279 (ABNT, 2005) – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.
- A respectiva norma determina o método para determinação de resistências mecânicas, em seu estado endurecido, de argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos.
- NBR 13528-3 (ABNT, 2019) – Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração Parte 3: Aderência superficial.
-

- A descrita norma estipula o método de determinação da resistência de aderência à tração de revestimentos argamassados.
- NBR 13816 (ABNT, 1997), Placas Cerâmicas para Revestimento – Especificação.
- A norma descreve as definições, as características e as especificações necessárias que placas cerâmicas devem atender para que possam ser empregadas em serviços de revestimento.
- NBR 7200 (ABNT, 1998) – Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento.

Esta norma estipula parâmetros ideais de execução de revestimento, com o intuito de evitar surgimento posterior de manifestações patológicas advindas do processo de execução. Engloba diversos aspectos, desde a concepção do projeto até a sua execução.

Antes da execução do revestimento, deve-se garantir que as alvenarias estejam concluídas e respeite-se os prazos determinados por norma. Também é importante que todos os batentes estejam chumbados ou com referencial do vão previamente definido, assim como os contramarcos das esquadrias. As instalações elétricas e hidráulicas, no que diz respeito à disposição de tubulações e eletrodutos, deverão estar embutidas e devidamente verificadas.

O revestimento argamassado é composto por uma série de camadas que possuem finalidades distintas, porém, com o intuito de um comportamento global do sistema. Fiorito (2009) ressalta que independentemente do material que compõe o revestimento de parede ou piso, este deverá ser pensado de forma conjunta às demais camadas. Sendo assim, desde a fase de projeto as etapas de revestimento devem ser associadas de forma a compor um único sistema, o qual, se bem planejado, apresentará bons parâmetros de desempenho. Existem atualmente diversas formas e variações de camadas de revestimento, porém, as empregadas mais usualmente são as das Figuras 51 e 52.

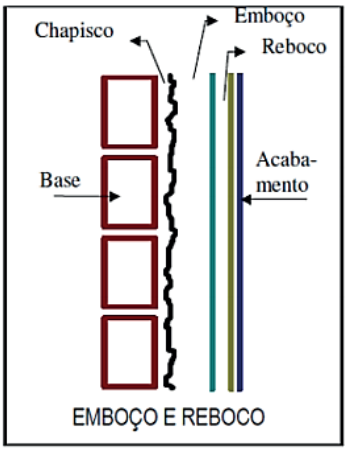


Figura 51 - Camadas de revestimento de argamassa de vedação com emboço e reboco

Fonte: Almeida, 2010.

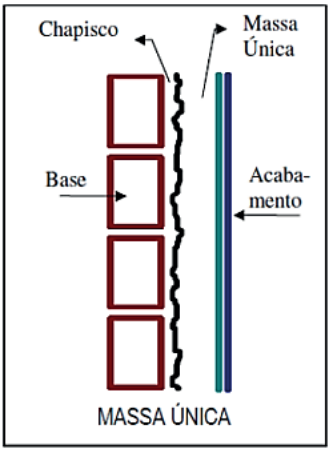


Figura 52 - Camadas de revestimento de argamassa de vedação em massa única.

Fonte: Almeida, 2010.

13.1 LIMPEZA DO SUBSTRATO

Conforme Baía e Sabbatini (2008), para que o revestimento seja capaz de desempenhar sua função é necessário que a base esteja devidamente limpa e livre de detritos. Por isso, é de fundamental importância realizar a escovação ou a lavagem do substrato. Os autores enfatizam, ainda, que devem ser removidas as imperfeições contidas na superfície, como os excessos de argamassas de assentamento nas juntas e rebarbas de concretagem, além de serem preenchidas as irregularidades existentes.

De forma complementar, a NBR 7200 (ABNT, 1998) salienta que é necessário umedecer a base com água limpa antes da sua limpeza, com o intuito de evitar a penetração de solução de limpeza no substrato.

13.2 CHAPISCO

Após a limpeza do substrato, inicia-se a aplicação do chapisco. O intuito principal é garantir a aderência do revestimento à alvenaria e permitir que a absorção da superfície ocorra de maneira uniforme em toda sua extensão.

De acordo com Fiorito (2009), o chapisco pode ser definido como argamassa concebida a partir da mistura de cimento, areia grossa e água, e o traço mais usual é na proporção de 1:3 (cimento:areia). Sua principal característica é a aspereza que proporciona à base, garantindo ganhos de aderência quando aplicado.

Já a NBR 7200 (ABNT, 1998) define chapisco como uma pasta que deve ser aplicada com consistência fluida, com o intuito de melhorar a penetração do compósito ao

substrato e melhorar a aderência quando aplicada às camadas seguintes. O chapisco pode ser tradicional, industrializado ou rolado.

13.3 EMBOÇO

A camada de emboço é executada após o tempo de cura do chapisco, e sua aplicação requer vários cuidados prévios. Sua principal função é regularizar a superfície para o posterior recebimento da camada de reboco ou revestimento final NBR 13529 (ABNT, 2013).

De acordo com a NBR 13749 (ABNT, 2013), o acabamento final adotado para esta camada pode apresentar diversas variações dependendo do acabamento final, de forma que, para posterior recebimento de camada de reboco, deverá ser realizado o sarrafeamento. Em caso de uso de revestimento cerâmico, adota-se o desempenamento ou sarrafeamento. Quando o mesmo constitui uma única camada, poderá apresentar variações de textura, podendo ser camurçado, desempenhado ou texturizado.

13.4 REBOCO

Por definição, a NBR 13529 (ABNT, 2013) descreve como reboco a camada aplicada após a execução do emboço, e receberá o acabamento final. Ele pode apresentar diversas variações de acabamento, como: desempenado, camurçado, raspado, chapiscado, lavado ou tratado com produtos químicos e imitação travertina.

A NBR 7200 (ABNT, 1998) determina o cronograma de execução a ser cumprido para as etapas necessárias de todo o serviço, como exposto na Tabela 4. O respeito ao tempo determinado é de crucial importância para se assegurar o bom desempenho das camadas posteriores e a qualidade do serviço executado.

Execução de estrutura de concreto e alvenarias estruturais	≥ 28 dias	Execução da alvenaria de vedação ou serviços de revestimento
Execução da alvenaria de vedação	≥ 14 dias	Fixação da alvenaria (encunhamento)
Fixação da alvenaria	≥ 14 dias	Início da execução do revestimento (chapisco; emboço)
Chapisco	≥ 3 dias	Emboço
Emboço	≥ 21 dias	Acabamento decorativo (pintura/revestimento

Tabela 4: Cronograma de execução de serviços de revestimento

Fonte: NBR 7200 (ABNT, 1998).

13.5 CAMADA ÚNICA

Popularmente conhecida como “reboco paulista”, a camada única é basicamente a junção das camadas de emboço e de reboco. Ela desempenha o mesmo papel, mas é executada na mesma aplicação, reduzindo assim o tempo necessário de espera entre as duas camadas no caso da forma tradicional de execução.

A adoção deste método apresenta algumas variações no tempo decorrido de espera entre as camadas. A Tabela 5 demonstra as variações ocorridas no processo construtivo.

Etapa	Prazo mínimo	Condições precedentes
Início da execução do revestimento	28 dias	Conclusão de estruturas de concreto ou de alvenarias armadas estruturais
	14 dias	Conclusão de alvenarias não armadas estruturais ou de alvenarias não estruturais
Aplicação de emboço ou camada única	2 dias	Conclusão do chapisco em clima quente e seco (≥30 °C)
	3 dias	Conclusão do chapisco em clima normal
Aplicação de reboco	21 dias	Conclusão do emboço de argamassa de cal
	7 dias	Conclusão do emboço de argamassa mista
Execução de acabamento decorativo	21 dias	Conclusão do reboco ou camada única

Tabela 5 - Prazos para execução das etapas de revestimento em camada única de aplicação

Fonte: Bonin e Carneiro (2010).

13.6 ESPESSURA DAS CAMADAS

A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), através do Manual de Revestimentos de Argamassa (2015), alerta que a espessura das camadas quando não executadas de forma correta pode contribuir para incidência de fissuras de retração em diferentes idades do revestimento, a partir da elevada movimentação higroscópica, principalmente quando feitas em espessuras superiores ao recomendado.

Dada a importância da espessura das camadas, a NBR 13749 (ABNT, 2013) estipula espessuras mínimas a serem respeitadas para a camada final executada para revestimentos argamassados em diferentes condições de exposição e ambientes.

Revestimento	Espessura (mm)
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$
Tetos internos e externos	$e \leq 20$

Tabela 6 - Recomendações de espessuras mínimas

Fonte: NBR 13749 (ABNT, 2013).

13.7 CURA DO REVESTIMENTO

A cura é de fundamental importância para que seja garantido o bom comportamento do revestimento. Portanto, recomenda-se a cura úmida sempre que o serviço de revestimento for executado em condições climáticas adversas, como exposição a altas temperaturas, umidade relativamente baixa e alta incidência de ventos na região.

REVESTIMENTO DE PISOS

A execução de pisos nas edificações é determinada de acordo com a sua funcionalidade, onde ambientes sujeitos a ações agressivas de exposição a produtos químicos deverão ser tratados com maior atenção quanto aos materiais utilizados. Já ambientes industriais necessitam de revestimentos mais resistentes devido à presença de elevadas cargas, por exemplo. Contudo, o enfoque principal do presente capítulo se restringirá à execução de revestimentos de piso para habitações familiares, visto que se trata de obra de pequeno porte.

14.1 SERVIÇOS PRELIMINARES

Antes da execução do serviço, alguns requisitos prévios deverão ser atendidos, com o intuito de garantir a aderência das camadas que serão executadas, a melhor dissipação de tensões e a prevenção quanto ao aparecimento de manifestações patológicas futuras.

O Manual de Revestimentos de Argamassa (2015) alerta quanto às condições necessárias para o início da aplicação de contrapisos, como:

- O serviço de impermeabilização das áreas molhadas (se previsto em projeto), deverá ser totalmente concluído;
- todas as alvenarias deverão ser executadas, assim como as instalações elétricas e hidráulicas;
- em casos de execução de contrapiso em pavimentos contendo lajes, deverá ser respeitado o intervalo mínimo de 60 dias após a desforma da laje;
- haver disponibilidade de todos os materiais necessários;
- realizada a aquisição da argamassa industrializada, em casos desta necessidade, todos os materiais e equipamentos necessários deverão estar disponíveis o mais próximo possível da execução do serviço, quando a argamassa for dosada em obra.

14.2 PREPARADO DA BASE

Os locais de aplicação do revestimento deverão estar devidamente organizados e livres de detritos que possam comprometer a aderência do contrapiso, principalmente de partículas soltas que poderão causar pulverulência e consequentemente a não aderência à base. Toda a extensão deverá estar devidamente compactada e sem a presença de óleos, graxas e demais contaminantes.

14.3 TIPOS DE CONTRAPISO

Os contrapisos existentes possuem diversas formas de classificação. De acordo com a British Standards Institution, através da BS 8204-02 (2009), eles podem ser classificados em função da aderência das camadas na base na qual serão executados. São eles:

14.3.1 Contrapiso aderido:

O contrapiso aderido apresenta comportamento conjunto aos elementos aos quais será lançado, principalmente quando executado sobre lajes. Sua principal característica é a total aderência do material à base na qual foi executado. De maneira geral, sua espessura é relativamente fina, em torno de 20 a 40 mm, em média.

14.3.2 Contrapiso semiaderido:

Neste tipo de contrapiso, a propriedade de aderência com a base é irrelevante para o desempenho da camada, dispensando a necessidade de preparo e limpeza da base para que o serviço seja executado. Sua espessura mínima é de 35 mm, sendo recomendadas espessuras superiores em condições de não aderência, como esta.

14.3.3 Contrapiso flutuante:

No contrapiso flutuante, sua camada não possui contato direto com a camada executada anteriormente, existindo uma camada intermediária que impede a aderência. Normalmente é feito o uso de armaduras, com o intuito de dissipar as tensões que surgirem, de forma a garantir seu bom desempenho. Sua espessura varia entre 40 e 70 mm, aproximadamente.

Tal técnica é empregada em casos em que se deseja o isolamento termoacústico ou há a necessidade de impermeabilização da laje, e os materiais usualmente utilizados são as mantas asfálticas ou de polipropileno. Em casos específicos de revestimento, visando o isolamento acústico do ambiente, o material empregado deve possuir bom comportamento de acomodação e resiliência.

14.4 CONTRAPISO TRADICIONAL

Muito embora o avanço da tecnologia tenha impulsionado o desenvolvimento de novas técnicas construtivas, muitas obras, especialmente as de pequeno porte, ainda fazem o uso do tradicionalismo, executando contrapisos de maneira convencional através do uso de argamassa de consistência seca, mais conhecida em obra como “argamassa farofa”.

Independentemente do tipo de piso empregado, deve-se garantir a precisão dos níveis previstos em projeto. Salienta-se que em áreas molháveis a previsão do caimento deve atender ao valor mínimo de 0,5% a 1%, com queda em direção à saída de água, como nas recomendações.

A execução de taliscas em toda a extensão da área de execução do serviço é de crucial importância para a garantia da espessura desejada e prevista em projeto. Deverão ser dispostas de maneira que o distanciamento entre elas não seja superior a 2 metros, aproximadamente. As taliscas servirão de referência para a execução das mestras. Vale salientar, ainda, que é relevante o umedecimento da base e o polvilhamento de cimento nos locais em que as taliscas serão fixadas, para melhor aderência.

A Figura 53 representa algumas etapas importantes para a execução do contrapiso convencional, onde o lançamento, a compactação e o sarrafeamento devem ser feitos de maneira correta e por profissionais devidamente capacitados, assim como todas as etapas que antecedem estas.

(a) (b) (c)

Figura 53: Espalhamento de argamassa (a), compactação (b) e sarrafeamento entre as mestras (c)

Fonte: Manual de Revestimentos de Argamassa, 2015.

A cura do contrapiso deverá ser de 3 dias, sendo totalmente restringida a passagem de pessoas ou equipamentos durante este tempo. O serviço de acabamento final poderá ser iniciado após o prazo mínimo de 28 dias, conforme o tempo de cura do cimento Portland.

14.5 CONTRAPISO COM ARGAMASSA AUTONIVELANTE

As argamassas autonivelantes apresentam diversas vantagens quanto à aplicação do material, como fluidez da mistura, rápida execução, menor tempo de secagem, dentre outras.

Freitas (2013) denota que esse tipo de argamassa permite a execução de até 10 cm de espessura com uma única aplicação, apresentando um alto rendimento se comparada à argamassa tradicional. Sua alta fluidez permite uma melhor aderência à base, não sendo necessários os serviços de desempeno e nivelamento, visto que sua consistência por si só

irá garantir sua uniformidade, mediante o processo de agitação.

Por possuir reduzido poder de retração, sua utilização permite a cobertura de até 60 m² de área sem a necessidade de juntas de dilatação, além de permitir o assentamento de revestimentos cerâmicos a partir de 7 dias de cura. Apresenta limitação apenas em áreas molháveis, onde terão que ser colocadas barreiras, e sua finalização deverá ser com argamassa de consistência seca.

14.6 ACABAMENTO FINAL

O revestimento final, ou piso, é a última camada a ser executada durante o serviço de revestimento, portanto, é a parte visível do sistema. Para esta etapa, podem ser adotados diferentes tipos de materiais, a depender das especificações contidas em projeto. Os materiais mais usuais são: placas cerâmicas, granito, mármore, porcelanato, cimento queimado, laminado de madeira, entre outros.

Quando o acabamento for em placas cerâmicas, recomenda-se seguir as especificações normativas contidas na NBR 13753 (ABNT, 1996), que estipula os procedimentos de execução, fiscalização e recebimento de revestimento de pisos em placas cerâmicas. A respectiva norma determina, ainda, a quantidade de camadas necessárias de argamassa colante para a aplicação de placas de diferentes dimensões, como demonstrado na Tabela 7.

Área da superfície das placas cerâmicas (cm²)	Formato dos dentes e dimensão (mm)	Forma de aplicação
$S < 400$	Quadrada 6x6x6	Camada simples
$400 \leq S < 900$	Quadrada 8x8x8	Camada simples
$S \geq 900$	Quadrada 8x8x8 semicircular (raio de 10 mm e espaçamento de 3 cm)	Dupla camada

Tabela 7: Aplicação de argamassa colante em placas cerâmicas

Fonte: adaptado de NBR 13753 (ABNT, 1996).

A aplicação de argamassa colante deve seguir as recomendações do fabricante, contudo, em caso de inexistência de informações pertinentes, recomenda-se que o tempo máximo para aplicação e uso da argamassa seja inferior a duas horas e meia, após a mistura.

Devida atenção deve ser dada aos níveis de assentamento, sendo necessária a sua verificação, assim como as distâncias necessárias de juntas de assentamento.

Após o assentamento das peças, o tráfego de pessoas e equipamentos deve ser restringido pelo tempo mínimo de 7 dias após o término do serviço. A limpeza só será permitida decorridos 14 dias do assentamento.

O serviço de rejuntamento pode ser iniciado 3 dias após o assentamento das peças. Estas devem ser inspecionadas quanto à presença de sons cavos, com o auxílio de martelo de borracha, e é necessária a remoção das peças quando não estiverem perfeitamente aderidas ao substrato. O excesso de argamassa nas juntas de assentamento deverá ser removido, assim como no caso de possível pulverulência na superfície, para que o rejunte seja aplicado.

O serviço estará aceito, portanto, se toda a extensão da área executada estiver livre de sons cavos em todas as peças, as juntas estiverem de acordo com as especificações necessárias e o rejunte estiver perfeitamente aderido à base.

PINTURA

15.1 CONSTITUINTES DO SISTEMA DE PINTURA

O serviço de pintura é basicamente um dos últimos a serem concebidos dentre as diversas fases da obra. É a parte mais visível da face externa da edificação, e, além de conferir os aspectos decorativos, apresenta função protetora aos demais sistemas executados anteriormente, além de possibilitar a valorização visual do empreendimento. Na Figura 54 podem ser observadas as camadas que constituem o serviço de pintura.

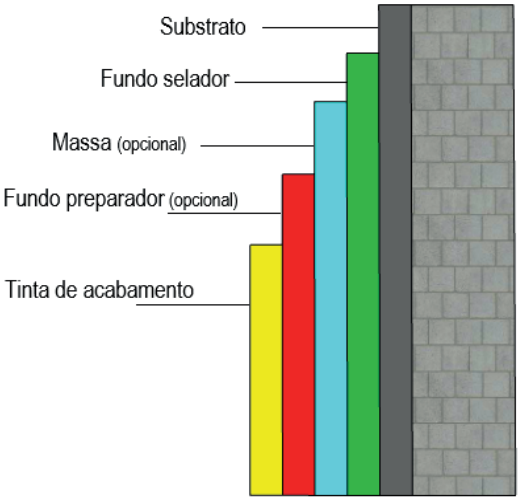


Figura 54: Principais constituintes do sistema de pintura

Fonte: Autor (2020).

- Fundo selador: sua principal função é uniformizar a base para melhor absorção das camadas seguintes, além de conferir aderência.
- Massa: camada opcional do serviço de pintura. É geralmente utilizada para correção de imperfeições que possam existir na base, tornando-a mais lisa e com aspecto homogêneo. Quando utilizada em ambientes internos, recomenda-se o uso de massa PVA, em casos de ambientes externos faz-se o uso de massa acrílica. Em superfícies de madeira, o mais indicado é a utilização de massa à base de óleo em sua constituição.
- Fundo preparador: proporciona melhor uniformidade de toda extensão da alvenaria, reduzindo a incidência de pulverulência que possa afetar o desempenho do sistema.
- Tinta de acabamento: possui aspecto estético, por ser a última camada a ser executada, portanto, é a parte visível que serve de proteção às camadas anteriores, que proporcionarão conjuntamente a proteção da alvenaria.

15.2 CONDIÇÕES GERAIS

Visto a importância da função desempenhada pelo serviço de pintura, a NBR 13245 (ABNT, 2011) determina algumas condições gerais para a execução correta das etapas de pintura, almejando o perfeito desempenho das camadas. Dentre elas, destacam-se:

- Definição prévia do substrato a ser pintado.
- Definição do ambiente, considerando as condições da exposição à qual está sendo submetido.
- Detectar e extinguir possível presença de umidade em locais próximos à área a ser pintada.
- Toda a extensão da área deve estar em bom estado, ou seja, limpa, seca e livre de qualquer substância ou anomalia que possa comprometer o processo.
- Atentar-se quanto à escolha correta do sistema de pintura adotado.
- Seguir as especificações do fabricante, a depender do material que está sendo utilizado, bem como garantir a homogeneização do produto e respeito ao tempo de aplicação de demãos, de forma a evitar possíveis erros de execução e surgimento de manifestação patológicas indesejadas provenientes da má execução do serviço.
- Executar pintura em temperatura entre 10 e 40 °C, com umidade inferior a 90%.
- A mistura de diferentes produtos não é recomendada, desde que as especificações técnicas indiquem tal necessidade.
- Deve ser garantida a proteção da pintura recém-executada até que esta esteja totalmente seca.

CONTRATOS

No mundo dos negócios, o fator determinante para uma empresa ter segurança ao executar os serviços para os quais foi contratada e receber por eles é a realização de um bom contrato.

O contrato é o regulador de todas as questões que envolvem o que está sendo contratado, como será a execução dos trabalhos, a definição dos prazos, e a contrapartida, ou seja, os honorários recebidos pelos trabalhos. Não é à toa que no mundo jurídico existe a expressão “o contrato faz lei entre as partes” (BORGES, 2010).

O contrato precisa obrigatoriamente conter 5 elementos:

a. Objeto bem definido: Objeto significa quais serão os trabalhos executados, que devem ser especificados com bastante clareza, para que uma parte não peça o que não foi contratado, nem a outra deixe de fazer algo que se comprometeu a fazer.

b. Condições de pagamento: A forma como serão efetuados os pagamentos.

c. Prazo: O prazo é primordial, pois define o tempo que sua empresa terá para executar o trabalho, bem como o que seu cliente deverá esperar, prevenindo assim possíveis constrangimentos e até mesmo um abalo na relação comercial por conta de cobranças desnecessárias.

d. Multa: O contrato é um acordo de vontades; assim, no caso de descumprimento por qualquer das partes do contrato, deve haver multa tanto por atraso no pagamento quanto por atraso na entrega do que foi contratado.

e. Condições para rescisão do contrato: Todo contrato deve conter a possibilidade de rescindido, amparando a parte que não deseja mais continuar com o contrato, mas também assegurando que a rescisão não venha a prejudicar a outra parte, que já investiu tempo e valores para cumprir com suas obrigações. Assim, uma cláusula de rescisão deve observar todo o contexto do contrato, para que nenhuma das partes seja prejudicada.

Esses são os requisitos básicos de um contrato, que deve ser revisado sempre e em todas as contratações, pois cada cliente procura um serviço específico e, se suas cláusulas forem genéricas, sua empresa possivelmente terá grandes problemas e estará vulnerável a ser processada. Sendo pleiteado algo que não havia sido de fato contratado, mas por não conter cláusulas que assegurem seus direitos e obrigações, as chances de uma condenação são grandes (BORGES, 2010).

Não existe um modelo único de contrato que pode ser utilizado em todas as negociações, por isso, o documento sempre deve ser revisto e consultado por um advogado.

16.1. CONTRATOS ENTRE ENGENHEIRO E CLIENTE

16.1.1 Modalidades de contrato

De maneira geral, podemos dizer que existem apenas três tipos de contrato: a) por administração; b) por empreitada; c) preço-alvo. Na prática, esses três primeiros tipos básicos poderão ser combinados, gerando um quarto tipo de contrato: d) o misto.

No contrato por administração, o engenheiro só negociará a sua atividade profissional; dessa forma, não assumirá responsabilidade por quantidades e preços de materiais e mão de obra empregados na construção.

No contrato por empreitada, a responsabilidade do engenheiro será total sobre os custos envolvidos. O profissional deverá entregar a obra pronta, a troco de uma importância total previamente combinada (BORGES, 2010).

O contrato misto fica num ponto intermediário entre as modalidades anteriores, isto é, serão estipuladas condições em que o preço global poderá ser alterado: aumento ou diminuição do preço dos materiais, criação de novas imposições legais que onerem o trabalho (aumento de salário-mínimo etc.). O contrato misto é variável, podendo aproximar-se mais do tipo por administração ou por empreitada, conforme se aumente ou diminua a responsabilidade econômica do engenheiro. Mais adiante, com exemplos, poderemos esclarecer melhor (BORGES, 2010).

No contrato com preço-alvo, o engenheiro fixa o valor máximo do custo da obra (como em um contrato por empreitada), entretanto fixa um prêmio para o caso de conseguir atingir um valor menor que o preço preestabelecido (alvo). Esse valor geralmente é definido como 50% da economia obtida. Cada um dos modelos poderá sofrer pequenas variações, dependendo de acordo entre as partes (BORGES, 2010).

16.1.2 Contrato por administração

As principais características do contrato por administração são:

a. O engenheiro será remunerado com uma porcentagem sobre a despesa total da obra.

b. O proprietário custeará todas as despesas, no valor da época em que feitas.

c. O orçamento prévio, feito pelo engenheiro, terá apenas valor informativo, não constituindo termo de responsabilidade sobre qualquer dos itens: quantidade e custo unitário de materiais e custo de mão de obra.

Portanto, orçamentos apresentados por dois ou mais engenheiros não servem para estabelecer concorrência, já que nada significa a apresentação de um custo total inferior (BORGES, 2010).

16.1.3 Contrato por empreitada

No sentido absoluto da palavra, entende-se por contrato de empreitada aquele em que o engenheiro se obriga a construir determinada obra por um preço também determinado. Só poderá haver alteração do preço desde que haja alteração no serviço a ser executado e com entendimentos prévios entre as partes.

Por isso, conclui-se que são partes importantes de um contrato por empreitada as plantas e o memorial descritivo, pois descrevem satisfatoriamente o que vai ser construído. Não se pode fixar um preço para a execução de um objeto indeterminado; por isso, no sistema de administração, essas peças são anexadas ao contrato apenas para completá-lo, enquanto que na empreitada são as peças principais (BORGES, 2010).

Nessa modalidade de contrato, portanto, além da indicação das partes, as obrigações e deveres de cada uma, as importâncias a serem pagas e a forma parcelada do pagamento juntam-se às plantas e ao memorial descritivo completo. Esse memorial deve descrever todo e qualquer detalhe, por menos importante que possa parecer. Se vamos descrever uma porta, deveremos citar suas medidas por completo: espessura e largura dos batentes; largura e espessura das guarnições; altura, largura e espessura da folha; e também a madeira a ser empregada. Ao descrever a ferragem dessa porta, deveremos citar marca, tipo e número de fábrica da fechadura; dimensões e tipo das dobradiças; se estas serão niqueladas ou de ferro polido; se os parafusos serão de cabeça, niquelada ou não etc. (BORGES, 2010).

Podemos compreender a necessidade de tantas minúcias porque, se orçamos essa esquadria com um determinado material, caso utilizemos uma mercadoria mais cara, seremos lesados, e, no caso de utilizarmos uma mercadoria inferior, estaremos lesando o cliente. Podemos pensar que uma certa e pequena porcentagem (2% a 5%), incluída no orçamento, poderia suprir essas pequenas variações; é engano, porque o número e variedade de materiais a serem empregados serão tão grandes que sua variação de custo pode ultrapassar, e muito, qualquer expectativa. Deixamos de citar aqui um exemplo completo de contrato por empreitada, porque, em capítulos posteriores, teremos oportunidade de abordá-lo em um caso concreto. Após a exposição do contrato misto, faremos uma comparação entre contratos por empreitada e administração (BORGES, 2010).

16.1.4 Contrato a preço-alvo

Nesta modalidade, os procedimentos são os mesmos que no contrato por empreitada – todos os cuidados e procedimentos são idênticos, entretanto, após a definição do custo da obra, as partes acordam um prêmio para o engenheiro, caso consiga uma economia no custo total da obra. Geralmente, o prêmio é 50% do valor da economia; sendo assim, as duas

partes se beneficiam do esforço de contratação. Esta modalidade é interessante porque, em uma obra por empreitada, na elaboração do orçamento, o engenheiro geralmente é conservador nos custos, pois, após combinado o preço, o valor da construção passa a ser responsabilidade do contratado.

Com esta modalidade, o engenheiro pode ter essa atitude conservadora, entretanto, caso consiga custos menores na época da contratação, repassará parte desse desconto ao cliente. Essa modalidade está em plena evolução, sendo muito usada, pois reflete uma boa vontade de atingir o melhor resultado financeiro do empreendimento sem repassar ao cliente as eventuais alterações do mercado (BORGES, 2010).

16.1.5 Contrato misto

Desde que não se atenha aos dois tipos de contratos já expostos, entraremos no sistema misto. Isso se dará quando o profissional se responsabilizar parcialmente pelo custo de determinado setor da obra. Os exemplos mais comuns do sistema misto ocorrem quando o engenheiro se compromete a construir por um preço fixo, desde que: a) os salários dos operários não sofram aumentos durante os trabalhos; b) os preços dos materiais também não sofram variações; neste caso, também será feito reajuste. Isso quer dizer que a responsabilidade assumida é apenas com a quantidade de material e não com o custo.

Também poderá haver sistema misto quando o próprio engenheiro se torna um empreiteiro da mão de obra, cabendo ao cliente o risco de variação de preços apenas do material, já que os trabalhos são contratados por preço fixo. O sistema misto é o mais frequente em obras públicas – quase que o único possível (BORGES, 2010).

16.1.6 Comparação entre contratos por administração e por empreitada

Queremos deixar claro que, nesta comparação, será exposto o ponto de vista de um engenheiro que vem trabalhando com tipos de obras relativamente restritos, das quais tira sua experiência particular. De fato, esse engenheiro tem trabalhado quase sempre em obras relativamente pequenas e para particulares, nunca para departamentos estatais. Reconhecemos que um cliente deve pagar por uma obra o seu justo preço. Este preço será a somatória das despesas com materiais e mão de obra, mais a remuneração do profissional ou de profissionais liberais que dela participarem (BORGES, 2010).

Esse objetivo será conseguido em duas condições: a) nos trabalhos por administração, quando o profissional for correto e capaz; b) nos trabalhos por empreitada, quando o orçamento for exato.

A seguir serão apresentados alguns argumentos do livro *Prática das pequenas construções*, que sustentam o uso tanto de contrato por empreitada quanto por

administração:

- Argumento 1:

O cliente não saberá, de início, qual a importância total que virá a despender até o término da construção. Dessa forma, poderá o custo da obra ultrapassar sua verba disponível, colocando-o em dificuldades.

Comentário: Não há dúvida de que o inconveniente é real; no contrato por administração, o engenheiro, apesar de elaborar um orçamento para a construção, não assume responsabilidade sobre o total calculado, mas apenas um compromisso moral e profissional. Se o custo previsto for ultrapassado sem motivos justificados, o engenheiro será visto como incompetente no item orçamento, mas não será obrigado a cobrir a diferença. Por essa razão, o cliente é que será obrigado a despender soma maior do que a prevista. Poderá acontecer que o cliente não disponha, nem possa arranjar numerário para cobrir esse acréscimo e a obra permanecerá inacabada até que seja possível resolver o dilema. Inconveniente grave, pois muito capital já foi empatado na obra, e esta, por não estar terminada, não poderá ser usada. É preciso, porém, analisarmos por que um orçamento "estoura", isto é, por que é ultrapassado no seu total. Sabemos que o orçamento é composto de: a) cálculo de quantidades; b) escolha de preços unitários.

A quantidade de um determinado material, multiplicada pelo seu preço unitário, será a despesa com esse material. A somatória dessas despesas dará o total orçado. Portanto, se o total não coincidiu, é porque houve erro no cálculo das quantidades ou nos preços unitários escolhidos.

Dentro de certo limite, podemos dizer que o engenheiro poderá ser responsabilizado por um cálculo errado das quantidades, mas nunca pela oscilação de preço no mercado. A realidade mostra que dificilmente há engano no cálculo das quantidades. A maior variação aparece no preço unitário dos materiais, portanto, não se pode responsabilizar o engenheiro por essas variações. Claro que o proprietário deverá pagar, pois irá usufruir do objeto construído. Ademais, se os preços subiram durante a construção, o cliente estará na posse de um imóvel valorizado, na mesma proporção do aumento. Devemos lembrar, também, que as indústrias sentem dificuldades em estabelecer um preço exato de custo de seus produtos, mesmo aquelas com grande organização e que calculam o custo de um produto pronto. Por que devemos, pois, esperar que o engenheiro, com pequeno número de funcionários em sua organização, produza um objeto muito mais complexo, calcule com exatidão o custo de uma coisa ainda a ser feita? Parece-nos que só esses fatos justificam as variações que possam surgir num orçamento. O que resolve esse inconveniente é o cliente ter sempre uma margem disponível de 10% a 20% acima do cálculo previsto. Se possui à disposição R$ 200.000,00 (duzentos mil reais), que peça um projeto para cerca de R$ 160.000,00 (cento e sessenta mil reais). Dessa forma, estará seguro de que a obra não ficará inacabada por falta de verba.

- Argumento 2:

O cliente terá excessivo trabalho e preocupação, pois caberá a ele a compra, a verificação e o pagamento dos materiais e, ainda, a contratação, o controle e o pagamento das diversas mãos de obra.

Comentário: Apresentamos, de início, que o cliente terá trabalho e preocupação na razão direta da desconfiança sobre o profissional. Mesmo no sistema de construção por administração, o cliente poderá estar isento de qualquer trabalho ou preocupação; bastará, para isso, confiar inteiramente no profissional. Essa confiança não significa nada de excepcional; esse mesmo cliente, completamente anestesiado, expõe sua vida numa mesa de operação a um cirurgião; por que não confiar também no engenheiro, ainda mais tratando-se de coisa menos importante, já que se trata apenas de um bem material?

Havendo essa confiança, o escritório de engenharia poderá se encarregar de todos os serviços de: a) escolha dos fornecedores e dos empreiteiros, mediante concorrência; b) fiscalização da remessa do material para a obra; c) pagamentos em geral, quer sejam a empreiteiros, quer sejam de duplicatas em banco ou em carteira.

Assim, a única obrigação que continuará pertencendo ao cliente será o fornecimento da verba. Para os pagamentos, o engenheiro solicita ao cliente a importância necessária para as despesas do mês, deixando, em garantia, um recibo provisório. Após efetuar os pagamentos, trocará seu recibo provisório por aqueles dos fornecedores e dos empreiteiros.

A escolha dos fornecedores dependerá da obtenção de propostas que, comparadas, determinem a mais vantajosa. Tais documentos poderão ficar arquivados para serem exibidos ao cliente, quando este o desejar. Por tudo isso, podemos concluir que trabalho e aborrecimento da parte do cliente só existirão se este não quiser ou não puder confiar no profissional; ora, se essa confiança não existir, também no contrato por empreitada o cliente terá os mesmos trabalhos e aborrecimentos, talvez maiores.

- Argumento 3:

O engenheiro poderá, deliberadamente, encarecer a obra para receber maiores honorários, já que estes são calculados por porcentagens sobre o custo da construção.

Comentário: Um simples cálculo colocará por terra essa objeção. Considerando a porcentagem de administração como de 10%, será necessário, por exemplo, encarecer a obra em R$ 10.000,00 para que o engenheiro receba mais R$ 1.000,00. Ora, acredito que nenhum profissional fará tal coisa: obrigar um cliente a despender mais R$ 10.000,00 para ganhar apenas R$ 1.000,00. Para o desonesto, existem formas mais lucrativas e inteligentes.

- Argumento 4:

O engenheiro, por desleixo ou incapacidade, poderá permitir desperdícios de

material e mão de obra, encarecendo os trabalhos, já que não responderá financeiramente pelos prejuízos.

Comentário: Essa objeção é a mais concreta e a que mais frequentemente ocorre. Podemos afirmar que, em toda e qualquer obra, sempre existirá desperdício. Os bons profissionais procuram reduzi-lo ao mínimo. A forma certa de o cliente livrar-se desse inconveniente é proceder a uma boa escolha, e ele terá possibilidades para tal. O profissional tem um passado; que cada cliente procure conhecê-lo, antes de entregar em suas mãos tal responsabilidade.

- Argumento 5:

O engenheiro, desonestamente, poderá receber comissões pelos materiais comprados ou pelos contratos de mão de obra, aumentando indevidamente seus honorários, a dano do cliente.

Comentário: Esse também é um fato real, porém, felizmente, em proporção reduzida. A desonestidade campeia em todos os setores e pode esporadicamente atingir o do engenheiro. Novamente, a solução será uma boa escolha por parte do cliente, examinando o passado do profissional.

Acreditamos serem esses os itens básicos de risco para o cliente na construção por administração. Passando agora a examinar os inconvenientes do contrato por empreitada, veremos que tanto engenheiro como cliente deverão se cercar de muitos cuidados, para que a obra não termine em litígio e, portanto, em fracasso.

O primeiro cuidado prende-se a uma descrição minuciosa do serviço a ser executado. Essa descrição depende de plantas completas e de um longo e cuidadoso memorial descritivo. A seguir, exemplificamos um projeto de memorial descritivo, chamando, no entanto, a atenção do que deve ser ainda mais detalhado, para não permitir dúvidas. Esse exemplo é apenas um esboço e serve de base para o definitivo. Geralmente, depois de uma descrição geral do projeto, passamos a detalhar cada um de seus itens (BORGES, 2010).

16.1.7 Providências importantes nos contratos por empreitada

Quando um profissional aceita um contrato por empreitada, deverá se cercar de inúmeras garantias:

a. memorial descritivo bem detalhado e completo;

b. condições de pagamento que permitam comprar materiais com antecedência, prevenindo-se, dessa forma, contra aumentos de preço;

c. indicação clara e firme no contrato de que qualquer modificação nos planos originais só poderá ser feita após acordo entre as partes, para o novo preço que vigorar (esse acordo deverá ser feito por escrito, assinado por ambas as

partes e anexado ao contrato original. Não esquecer de combinar a forma de pagamento para esses acréscimos de preços);

d. efetuar contrato de mão de obra em geral e para compra de materiais, logo após a assinatura de contrato, para garantir os preços vigentes que servirão de base para o orçamento;

e. nas conversações com o cliente, não admitir absolutamente que pequenas alterações no serviço possam ser feitas sem cálculo e a redação de anexos no contrato para o reajuste de preço, e também, em hipótese alguma, deixar esses cálculos para o final da obra (ver item c);

f. os trabalhos da obra devem ser feitos em ritmo acelerado, já que, com atrasos, os preços dos materiais poderão sofrer alta e a mão de obra também encarecerá (BORGES, 2010).

16.2 CONTRATO ENTRE ENGENHEIRO E MÃO DE OBRA

Nos trabalhos de uma construção se faz necessário estabelecer contratos com operários de diversas especialidades: pedreiros, encanadores, eletricistas, carpinteiros, pintores etc. A lista é longa, e se estende mais quando se tem os serviços de acabamento, em que aparecem graniteiros, estucadores, limpadores, raspadores etc. (BORGES, 2010).

Em princípio, são duas as formas de contrato de operário: contrato por hora e contrato por tarefa.

16.3 CONTRATO POR HORA

Os operários trabalham por hora e podem ser contratados pelo proprietário ou escritório de construção.

No primeiro caso, o escritório funciona apenas como fiscal e controlador da mão de obra, e o proprietário é o empregador, devendo registrar-se como tal junto aos órgãos competentes: INSS e Ministério do Trabalho.

No segundo caso, o empregador será o escritório, cabendo a ele todas as responsabilidades envolvidas nos serviços prestados (BORGES, 2010).

Contrato por tarefa

Os operários trabalhando por tarefa terão um regime de empreitada entre eles e o cliente ou o escritório de construções. O operário funciona como contratado e o operário como contratante, nos casos de construção por administração. Nos casos por empreitada, o engenheiro ou o escritório ocupam o lugar do cliente como contratante.

O contrato individual é impraticável, por isso são reunidos em grupos conforme sua especialidade.

Assim, quem se torna chefe do grupo e responsável pelo contrato é o empreiteiro. Este é responsável pela ligação com o escritório e tem responsabilidade perante os órgãos controladores do trabalho (INSS, Ministério do Trabalho). É geralmente um antigo operário que, por suas qualidades, se sobressaiu entre os demais.

Estabelecem-se assim diversos contratos entre cliente ou escritório e os empreiteiros. Na prática, as vantagens variam de acordo com o volume da obra em execução e o desenvolvimento do escritório que a executa.

Em grandes obras, onde serão necessárias centenas de operários, não se encontra empreiteiros que se responsabilizem por tal quantidade, pois envolve risco e emprego de grande capital. Nesse caso, a solução é o contrato dos operários por hora (BORGES, 2010).

Já para obras pequenas, onde os grupos são pequenos, o contrato por empreitada é o mais vantajoso. A remuneração do escritório de construção não comporta a permanência constante de fiscal na obra. Assim, operários trabalhando por hora poderão ficar ociosos, apresentando baixo rendimento.

Por exemplo, em uma construção de 200 m², o custo total provável será: 200 x R$ 1.000,00 = R$ 200.000,00; com porcentagem de 12% de administração, o escritório receberá sobre R$ 200.000,00 o valor de R$ 24.000,00 e a obra terá duração provável de 10 meses. Para pagar um bom fiscal de obras, são cerca de R$ 12.000,00 (10 meses a R$ 1.200,00), que se torna um valor absurdo. Nas empreitadas, o empreiteiro irá extrair o máximo rendimento de seus operários. Com a construção de uma residência, é comum a divisão nos seguintes empreiteiros:

a. Pedreiro: encarregado dos trabalhos de pedreiro.

b. Carpinteiro: encarregado de confeccionar as fôrmas para concreto armado, madeiramento para forros, estrutura dos telhados e esquadrias de madeira.

c. Encanador: encarregado dos trabalhos de hidráulica (distribuição de água, rede de esgoto, funilaria de telhado, condutores, águas pluviais e ligação de gás).

d. Eletricista: encarregado das instalações de luz e telefone.

e. Pintor: encarregado pela pintura.

f. Limpador e raspador: encarregados pela limpeza final e raspagem dos pisos de madeira.

Estes são os mais comuns, mas pode ainda haver marmoristas, graniteiros, estucadores, canteiros etc. (BORGES, 2010).

16.4 FORMAS DE COBRANÇA DO ENGENHEIRO AO CLIENTE

A cobrança é realizada mediante a apresentação do controle de despesas da obra e

notas, comprovando o valor gasto para a execução dos serviços.

16.4.1 Controle de despesas nas obras por administração

Nesta modalidade, o engenheiro controla toda a documentação comercial da obra, salvo se condições expressas no contrato assim o determinarem. Os documentos fiscais que resultam da compra ou venda de uma mercadoria são três: nota fiscal, boleto bancário e boleto em carteira.

- Nota Fiscal:

É emitida pela empresa fornecedora, em papel impresso e numerado. Os dados da empresa que devem ser verificados pelo engenheiro:

a. Nome completo;

b. endereço do engenheiro, sede para o recebimento de correspondências;

c. endereço da obra; local para onde devem ser remetidas as mercadorias;

d. quantidade e descrição do material;

e. preço unitário (de acordo com o combinado no ato do pedido);

f. preço total (quantidade x preço unitário);

g. valor subtotal da nota;

h. valor total da nota incluindo IPI;

i. impostos de circulação de mercadoria (ICMS).

A nota fiscal deverá ser preenchida em diversas vias, não havendo diferença entre elas. O número depende do sistema da empresa, mas será no mínimo 3: a primeira deverá acompanhar o material até o local da obra, a segunda será encaminhada ao engenheiro e a terceira, arquivada no escritório da empresa vendedora, a fim de evitar problemas com fiscalização (BORGES, 2010).

16.4.2 Boleto bancário

Quando a empresa vendedora pretende receber a nota fiscal por meio de depósito bancário, emite um boleto bancário que será entregue ao comprador juntamente com a nota fiscal ou enviada pelo correio.

- Boleto em Carteira:

Quando a empresa não quer receber pelo banco, emite um boleto de pagamento que fica em posse para ser pago na data de vencimento. É um documento de recebimento

em que constam informações do banco, nome do cedente, comprador (sacado) e multa, caso haja atrasos no vencimento (BORGES, 2010).

16.4.3 Controle de despesas

A mercadoria vai para a obra na presença da nota fiscal, em uma ou duas vias. A primeira via é assinada pelo recebedor do material, após verificação. O material não deve ser recebido caso se note erro, mas poderá ser recebido se o erro for de pouca importância, desde que seja indicado no canhoto, e o recebedor o assina a seguir. Essas notas devem ser recolhidas pelo engenheiro em suas visitas habituais, encaminhadas para o escritório e arquivadas.

Em grandes obras, exige-se uma classificação e organização em pastas para essas notas. Em alguns casos, deve-se anexá-las aos boletos. Antes de arquivá-las, é preciso anotar seus dados no “livro de vencimento”. Esses cuidados vão poupar trabalho e aborrecimento tanto ao engenheiro como ao cliente.

Em resumo, o dever do engenheiro será o de verificar se os documentos de venda correspondem ao pedido e à entrega do material na obra. Desde que haja exatidão nesses pontos, o pagamento poderá ser efetuado.

A operação “pagamento” não é tão simples nas obras por administração. Nessa modalidade de contrato, o responsável pela compra de material é o cliente ou o proprietário, porém, o fiscal que verifica as entregas é o engenheiro e é o seu nome consta nas notas, mas isso não o obriga a se responsabilizar comercialmente. Porém, o engenheiro deve ter a garantia que seu cliente irá saldar as dívidas, pois é preciso manter uma responsabilidade moral com seus fornecedores, visando futuras obras de novos clientes que venham a se responsabilizar. Quem efetuará os pagamentos não necessariamente precisará ser o cliente – geralmente é o engenheiro quem realiza esta operação (BORGES, 2010).

16.4.4 Controle de despesas em obras por empreitada

O controle é idêntico ao de administração, só se modificando a operação dos pagamentos, já que o engenheiro é quem pagará. O cliente, geralmente, paga o construtor por parcelas previamente combinadas no contrato, e mediante a obra alcance uma fase para a qual é prevista uma parcela, o pagamento é feito e o construtor emite a sua nota fiscal.

16.4.5 Compra de material

É o construtor quem realmente procura o material, seleciona, emite os pedidos, verifica as entregas e serve de portador do pagamento. Logo, é o construtor quem compra e o cliente quem fornece a verba necessária.

16.4.6 Contrato por empreitada com preço-alvo

Esta modalidade segue a anterior, mas com um preço-alvo definido pelo engenheiro. É vantajoso para ambas as partes, pois o engenheiro irá se comprometer a buscar o melhor preço, fazendo com que a obra saia mais barata, e será contemplado com uma bonificação de 50% do valor da diferença de custo, enquanto os outros 50% são repassados ao cliente (BORGES, 2010).

CUSTOS

A formação do preço e, em decorrência dele, o lucro, é função do regime prevalente da indústria onde a empresa se situa. O reconhecimento desse fato induz a comportamento distinto na formulação de proposta de preços, atuando a empresa em regime de livre concorrência, em oligopolizado ou monopolizado.

No caso da construção civil e especialmente quanto às empresas que trabalham sob regime de empreitada, de modo geral, pode-se afirmar que os preços dos bens e serviços praticados se formam no seio de seu mercado, isto é, em regime de livre concorrência (AVILA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

Tal situação propicia a formação de preços através do embate das forças de mercado, o que leva à imposição da prática de determinado patamar de preço para o fornecimento de bens e serviços. Desta forma, os agentes de mercado, contratantes, contratados e concorrentes pressionam praticar um preço que lhes convenha, provocando a ocorrência de um equilíbrio que será sempre instável (LIMA Jr, 1993).

Esse fato se agrava em setores econômicos cuja exigência de capital de giro para as operações é pequena, ou nos quais não existam tecnologias exclusivas de difícil ou custoso domínio. E, reconhecidamente, essa é a situação da construção civil.

Além disso, quando o contratante é o governo, que realiza obras de construção civil seguidamente, ele tende a definir os preços praticados reduzindo a margem de lucro dos contratados. Historicamente, tanto no comércio como na indústria manufatureira, o paradigma adotado para a formação do preço era função do somatório do custo incorrido e da margem de lucro desejada, sendo nessa embutidos os custos e despesas indiretos de produção (AVILA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

$$\text{Preço} = f\,(\sum \textit{Custos} + \textit{Margem de lucro})$$

A expressão acima permite inferir um tipo de comportamento tradicionalmente aceito e normalmente praticado, em que o preço era uma variável dependente, e o custo e a margem de lucro variáveis independentes. Os custos são, geralmente, estabelecidos pelos fornecedores de insumos e a margem de lucro é definida pela empresa ou o profissional interessado.

Quando o lucro, as despesas e os custos são englobados num único fator, ocorre o que se denomina make-up. Esse fator, aplicado sobre os custos diretos dos produtos, define o preço desejado.

$$\text{Preço} = \mu \times CD$$

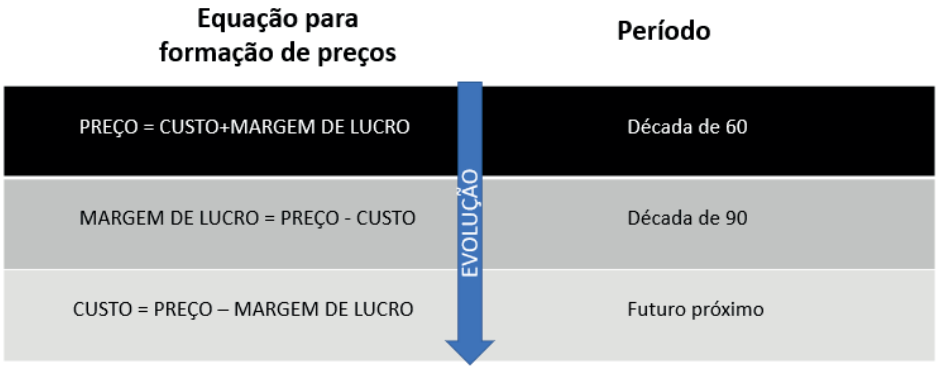


Figura 55 - Evolução da equação para formação de preços. Elaborada por Librelotto.

Fonte: Adaptado de Librelotto (2003).

Atualmente, devido ao acirramento da concorrência, à implementação de novas tecnologias e ao surgimento de novos processos construtivos, vem ocorrendo um forte embate entre os atores do mercado, situação que propiciou o aparecimento de um novo paradigma e que estreitou as margens de lucro praticadas pelas empresas.

Neste novo paradigma, principalmente atingindo as empresas que atuam em regime de livre concorrência, o preço vem se comportando como variável independente, sendo que o custo continua estabelecido pelos fornecedores de insumos e a margem de lucro passou a se comportar como variável dependente (AVILA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

O novo paradigma apresenta o seguinte modelo:

$$\text{Lucro} = f(\text{Preço} - \sum \text{Custos})$$

O modelo mostra que o Lucro a ser auferido passou a ser função do preço praticado pelo mercado e dos Custos incorridos – este último, variável passível de ser controlada pela empresa. Nessa situação, garantir a margem de lucro estabelecida *a priori* requer um forte acompanhamento e controle nos custos incorridos e de todas as etapas dos processos envolvidos na elaboração de produtos e serviços, já que o Preço está fora da gestão da empresa.

Enquanto o primeiro paradigma levava em conta apenas a contabilidade dos custos, o segundo demonstra a necessidade do controle de custos. Considerando que as empresas, hoje, procuram trabalhar com melhoria contínua e a implantação de programas de qualidade total, a tendência prevista para o comportamento do mercado futuro é ocorrer, novamente, um rearranjo desta equação, buscando agora não só o controle, mas sim um gerenciamento de custos representado pela seguinte expressão:

$$\text{Custo} = f(\text{preço} - \text{margem de lucro})$$

O Preço pode ser definido como a expressão monetária de uma obra ou serviço, correspondendo ao valor cobrado do cliente. Já o Custo representa o valor da soma dos insumos (mão de obra, materiais e equipamentos, impostos, administração, depreciação etc.) necessários à realização de dada obra ou serviço; sendo assim, constitui-se no valor pago pelos insumos (AVILLA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

De acordo com a produção, os custos podem ser classificados em:

a. Diretos: por definição, são os custos diretamente apropriados ao produto, perfeitamente caracterizados e quantificados a cada serviço. Ex.: mão de obra direta, insumos e equipamentos. Integram os custos diretos: mão de obra diretamente vinculada à obra ou serviço, leis sociais incidentes sobre a mão de obra, materiais ou insumos e equipamentos diretamente alocados aos serviços.

b. Indiretos: custos indiretos são aqueles onde se faz necessário estabelecer algum fator de rateio para a sua apropriação a algum serviço. Assim sendo, os custos indiretos podem ter duas origens: os custos vinculados à administração do canteiro de obras e as despesas decorrentes da administração da empresa.

Na Tabela 8 estão alguns exemplos desses custos e despesas de acordo com as suas respectivas classificações.

Custos de Obra		**Despesas**
Diretos	**Indiretos**	
Mão de obra direta	Taxas e documentações	Marketing
Pedreiros	Engenheiro responsável	Institucional
Carpinteiros	Vale-transporte	Retirada de diretores
Serventes	Aluguel de equipamentos	Salários de funcionários da sede
Mestres de Obras	Impostos sem faturamento	Aluguéis
Matéria-prima	Alimentação em canteiro	IPTU
Projetos	Propagandas e vendas	Livros e publicações
Aquisição de terrenos	Controle tecnológico	Conservação e limpeza
Demolições	Vigilância	Honorários
Encargos Sociais	Despesas com almoxarifado	Juros
Equipamentos	Água e luz industrial	Assistência médica
	Assistência técnica	Limpeza
	Combustível e lubrificantes	Despesas bancárias
	Manutenção de equipamentos	Manutenção de veículos
	Manutenção de veículos	Encargos sociais
	Encargos sociais	Taxas de anuidade

Tabela 8 - Custos e Despesas de Empresas da Construção Civil

Fonte: Adaptado de Avila, Librelotto e Lopes (2003).

QUANTITATIVO

Para determinação prévia do custo de uma obra, devemos partir dos seguintes dados:

a. Projeto completo do que irá ser trabalhado;

b. cotação atualizada dos materiais e mão de obra necessários na praça onde será feita a edificação.

Como projeto completo compreende-se, em primeiro lugar, peças gráficas (desenhos) que sejam tão completas quanto o necessário para não deixar dúvidas sobre o que será feito: plantas de cada pavimento, cortes, fachada, detalhes de esquadrias de madeira, de ferro, do telhado, da(s) escada(s) etc. O desenho, em geral, explica bem a forma como será feito, porém não esclarece que material vai ser empregado e o seu acabamento; surge então a necessidade do memorial descritivo. É ele que dirá, por exemplo, que uma determinada esquadria será de cedro e terá como ferragens uma fechadura tipo Yale e três dobradiças de 4", niqueladas etc.; nos desenhos, tais explicações seriam quase impossíveis.

É preciso, pois, que fique claro: só se pode orçar com relativa precisão aquilo que está bem definido e essa clareza se consegue com desenhos e memorial descritivo completos.

O segundo tópico para a determinação prévia do custo de uma obra, cotação de materiais e mão de obra no local da edificação é aquele em que o profissional terá de usar competências nem sempre adquiridas nos bancos escolares: tino comercial, prática e bom senso. Os preços oscilam conforme o local, a época, como também oscila a qualidade. A escolha dos preços, apesar de tão importante quanto a quantidade de material, é muito menos teórica e, portanto, nela as falhas serão mais desculpáveis, isto é, é admissível erros grosseiros no cálculo das quantidades. O melhor processo de se obter cotação é a consulta direta, geralmente telefônica, e fornecedores idôneos. Existem, também, sites específicos de cotação de preços, que podem ser usados em todos os lugares (BORGES, 2010).

Para uma explanação mais clara de como realizar um quantitativo, segue o orçamento relativo a um memorial descritivo, de forma ilustrativa, que pode ser utilizado para uma análise, modelo para elaboração de planilhas eletrônicas e que facilitem enormemente a execução e simulações de orçamentos.

Também existem no mercado programas de elaboração de orçamentos, que podem ser adquiridos em livrarias especializadas ou de empresas de engenharia que são especializadas em fornecer estes programas. Segue o orçamento para observação de um quantitativo em detalhes, no exemplo a seguir (BORGES, 2010):

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA							
Item	Serviços	Unidades	Quantidade	Custo unitário	Custo Total	Peso (%)	Especificações - Descrição de características de materiais e serviços
01.01	**SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS**				**1.500,00**	**1,40**	**Descrever todos serviços preliminares necessários para realizar a obra.**
01.01.01		vb	1	1500	1500,00	1,40	
01.02	**INFRAESTRUTURA**				**6.821,09**	**6,36**	**Relacionada à limpeza do terreno, processos para execução da fundação e viga baldrame.**
02230.8.3.1	Limpeza do terreno	m²	270	3,63	980,78	0,91	Considera-se a área total do lote.
02595.8.1.1	Locação de obra	m²	62,88	6,06	381,10	0,36	Utilizou-se somente a área da edificação.
02315.8.1	Escavação da vala da tubulação de esgoto	m³	1,85290038	58,12	107,69	0,10	Considera-se a profundidade de 60 cm e largura variou de acordo com o diâmetro da tubulação.
02315.8.1	Escavação da vala de tubulação de água pluvial	m³	0,48576	58,12	28,23	0,03	Considera-se a profundidade de 30 cm e largura variou de acordo com o diâmetro da tubulação.
02465.8.1	Estaca tipo broca	m	77	39,27	3.023,92	2,82	São 22 brocas de concreto armado com profundidade: 3,5 m e diâmetro: 20 cm.
02315.8.1	Escavação do solo para viga baldrame	m³	5,188	58,12	301,53	0,28	Considera-se que a profundidade da escavação seja de 50 cm, devido ao lastro de concreto e a alvenaria de embasamento.
02470.8.1.3	Alvenaria de embasamento	m³	1,0376	622,41	645,81	0,60	Considera-se 20 cm de profundidade.
03310.8.1	Concretagem da viga baldrame	m³	3,1128	356,46	1.109,58	1,03	Considerando que a baldrame tenha 30 cm de altura e 20 cm de largura.
07110.8.5.1	Impermeabilização da viga baldrame	m²	25,94	9,347	242,46	0,23	Usa-se a metade das faces laterais e toda a superfície superior para impermeabilização.

Tabela 9 - Orçamento baseado nas análises das planilhas do Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil

A tabela pode ser visualizada por completo ao final, no item anexos.

18.1 O LEVANTAMENTO QUANTITATIVO

O levantamento de quantitativos é o processo de determinar a quantidade de cada um dos serviços de um projeto, com objetivo de dar informações para a preparação do orçamento.

Pode-se dizer que levantar quantitativos é o ponto inicial da elaboração do orçamento da obra, e demanda muito trabalho e precisão do orçamentista, que terá que estudar e conferir todo o projeto. A quantificação, em geral, é feita de forma manual e pode conter muitos erros e deficiências (SCHAEFER, 2018).

Determinando os quantitativos, não basta saber somente quais são os serviços que compõem um projeto, mas quanto há de cada um deles. Para uma melhor observação, segue o exemplo:

Num projeto de construção civil é preciso, por exemplo, estimar as horas que serão necessárias para a administração da obra, seja do engenheiro, seja do arquiteto ou do mestre de obras. Deve-se também estimar a área de pintura, o volume de concreto, os metros lineares de meio-fio, entre outros (SCHAEFER, 2018).

Está aí o início do processo de quantificação. Cada um desses itens deve ter uma quantidade relacionada ao projeto e possibilitará a determinação dos custos. Então, como poderá ser feita esta quantificação? Seguindo os itens abaixo:

1. Para estabelecer um quantitativo criterioso, deve-se ter em mãos todos os projetos que envolvem aquela obra, desde o arquitetônico até o projeto do sistema preventivo de incêndio.
2. Separar os serviços conforme suas especificações técnicas. Deve-se separar piso cerâmico de piso vinílico, selador de pintura e projeto estrutural e seus serviços de projeto elétrico. Cada um desses itens é único e específico e terá um impacto diferente no orçamento do projeto.
3. Não se pode esquecer do memorial de cálculo. Cada cálculo feito para determinar um quantitativo deve constar no memorial de cálculo. Isso permite a conferência posterior, alteração com simplicidade, facilidade para ajustes e transparência no processo.
4. Para facilitar, é orientado que se crie uma planilha ou formulário específico com essa finalidade, padronizando o levantamento de quantidades dos projetos.
5. Tudo o que quantificar gerará um custo (preço). Então, a unidade que for usada (m2, unidade, m3, Kg) deve estar diretamente relacionada ao que se pratica no mercado.

No momento em que se está estabelecendo quantitativos, será observado que o método de quantificação abrange dois processos distintos: quantificação dos insumos e composição dos custos unitários dos serviços.

A quantificação dos insumos baseia-se no levantamento de todos os insumos

necessários para a execução do projeto (obra), que podem ser categorizados em mão de obra, materiais e equipamentos (SCHAEFER, 2018).

A composição de custos unitários é baseada nos serviços a serem executados. O custo de cada serviço é obtido por meio da utilização de composições unitárias de custos, que relacionam o consumo de materiais, mão de obra e equipamentos necessários à execução de uma unidade de serviço.

A Tabela 10 mostra a composição de custos unitários para o serviço de revestimento cerâmico com placas de porcelanato contida no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). Com a tabela, pode-se perceber que a quantificação do serviço de revestimento cerâmico é feita com base na área (m^2) a ser revestida. Inserido neste serviço, estão os insumos (rejunte, argamassa) e a mão de obra (azulejista, servente).

O coeficiente refere-se ao consumo, no caso dos materiais, e à produtividade, para a mão de obra e para a execução de uma unidade do serviço. Por exemplo, na tabela abaixo note que para ser executado um metro quadrado de revestimento cerâmico são usados 8,62 Kg de argamassa. A medida do coeficiente pode ser realizada na própria obra ou a partir de dados históricos obtidos de obras similares. Normalmente, os fabricantes de produtos utilizados na construção civil fornecem o consumo de cada material, sendo este o coeficiente (SCHAEFER, 2018).

Revestimento cerâmico para piso com placas tipo porcelanato de dimensões 60x60 cm aplicada em ambientes de área menor que 5 m²	Unidade	Coeficiente
Rejunte colorido cimentício	kg	0,14
Argamassa colante tipo AC III	kg	8,62
Piso porcelanato, borda reta, extra, formato maior de 2025 cm²	m²	1,12
Azulejista ou ladrilhista com encargos complementares	h	1,06
Servente com encargos complementares	h	0,37

Tabela 10 - Serviços da Construção Civil em unidade e quantidade

Fonte: Adaptado de SCHAEFER, 2018.

O levantamento de quantidades pode envolver elementos de diversas naturezas:

- Lineares: tubulação, meio-fio, cercamento, sinalização horizontal, rodapé, entre outros.
- Área: forma, vidros, pintura, revestimento cerâmico, revestimento vinílico, impermeabilização, plantio de grama, alvenaria.
- Massa: armaduras, estrutura metálica, argamassa, rejunte.
- Volume: concreto, aterro, escavação, graute, lastro, passeio em concreto.
- Adimensionais: serviços que requerem a simples contagem, como instalação de portas, placas, portões.

O SINAPI é o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, que estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, para obtenção de referência de custo (SCHAEFER, 2018).

Para permitir a utilização dessas referências, a Caixa disponibiliza em sua página os preços e custos do SINAPI. Com tabelas sempre atualizadas, eles podem ser consultados e utilizados como referência na elaboração de orçamentos.

Para determinar o quantitativo de formas é imprescindível que exista um projeto executivo detalhando as peças.

Estima-se que o volume de resíduos gerados em uma demolição seja o dobro do volume a ser demolido (SCHAEFER, 2018).

Especifica-se a massa de aço (armação) tendo como base o projeto estrutural que fornece o quadro de ferragens. Com esse quadro em mãos, existem tabelas que relacionam a bitola do aço com sua massa; basta consultá-las.

Quantificar a alvenaria é simples e requer a multiplicação de comprimento por altura ou de perímetro por altura. Em geral, para a alvenaria, são descontados vãos que excedem 2m2, haja vista que a energia necessária para fazer os requadros seria equivalente ao esforço para elevar a alvenaria. Cabe aqui um comentário: essa simplificação é muito útil e também coerente, mas a quantidade de blocos presentes no projeto será superior àquela realmente necessária (SCHAEFER, 2018).

O levantamento de quantidades de cobertura deve considerar a inclinação (%) de cada água do telhado. Normalmente a dimensão da cobertura é dada pela projeção horizontal a partir da planta baixa. Entretanto, deve-se determinar a área real do telhado. Para isto, multiplica-se a área em projeção horizontal por um fator tabelado e relacionado com a inclinação, segundo a tabela abaixo.

Inclinação (%)	Fator
5	1,001
10	1,005
15	1,011
40	1,077
50	1,118
70	1,221

Tabela 11 - Determinação de área real de telhado

Fonte: SCHAEFER (2018).

18.2 OS QUANTITATIVOS E A LEI 8.666/1993

A lei 8.666/1993 estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a: obras e serviços, compras, alienações e locações, no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

De acordo com essa lei, o projeto básico deve conter orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos. É vedada a inclusão, no objeto da licitação, de fornecimento de materiais e serviços sem previsão de quantidades ou cujos quantitativos que não correspondam às previsões reais do projeto básico ou executivo.

O certame licitatório deve conter obrigatoriamente o orçamento estimado em planilhas de quantitativos e preços unitários. Qualquer cidadão poderá requerer à Administração Pública os quantitativos das obras e preços unitários de determinada obra executada (SCHAEFER, 2018).

18.3 IMPACTOS DE UM QUANTITATIVO MALFEITO

O principal impacto de um quantitativo malfeito é a imprecisão do custo final do orçamento. Afinal, se os quantitativos não são levantados de forma criteriosa, não poderá o orçamento gerado com base neles estar correto.

Normalmente as falhas quantitativas são oriundas do levantamento do projeto. Elas têm impacto no planejamento, na gestão de custos, na aquisição de materiais e na subcontratação de serviços.

Com a quantificação equivocada de serviços, pode-se superestimar ou subestimar a quantidade, afetando diretamente o orçamento. A negociação de preços é bastante prejudicada quando se subestima o quantitativo de um projeto. Já a sua superestimação acarreta desperdício nas mais diversas formas. Uma concorrência pública, por exemplo, pode ser fracassada com quantitativos discrepantes (SCHAEFER, 2018).

Para a contratante em obras públicas, um quantitativo deficiente resulta em aditamento de contratos, pois podem não corresponder à realidade. Além disso, um dos casos em que aditivos contratuais são legalmente possíveis refere-se à alteração de quantidades.

COMPOSIÇÃO

19.1 COMPOSIÇÃO DE PREÇOS E LUCROS

Os preços e os custos na construção civil, via de regra, são orçados por serviço e determinados segundo a produção de acordo com as composições unitárias. Estas composições, conforme o serviço, têm por unidade: metro, m², m³, homens-hora despendidos na execução do serviço, hora de máquina etc. (AVILLA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

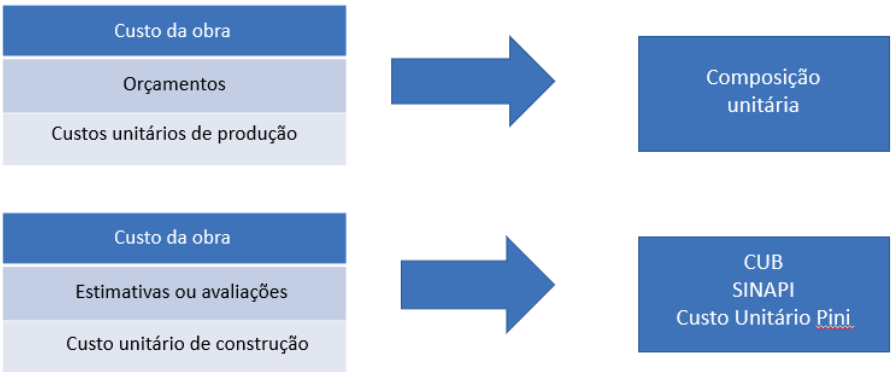


Figura 56 - Sistema de composição dos custos

Fonte: Adaptado de Avila, Librelotto e Lopes (2003).

19.1.1 Composição de preços

O preço na construção civil, geralmente, é definido pelo seguinte modelo em que: CD corresponde aos custos incorridos diretamente na execução dos serviços e IBDI, denominado de Índice dos Benefícios e Despesas Indiretas, engloba os custos indiretos a serem suportados por cada serviço.

$$\text{Preço} = \text{CD} \times \text{IBDI}$$

19.1.2 Composição de custos unitários

A maioria dos orçamentos apresenta como parâmetro de orçamento o serviço. Assim, o custo de cada serviço em que foi subdividido um projeto é composto segundo a quantificação e os custos da mão de obra, dos insumos, dos equipamentos e dos encargos sociais necessários à sua consecução. Sendo: MO a expressão do valor representativo da mão de obra; MT representando os insumos; EQ, os equipamentos; e ES, os encargos sociais incidentes sobre a mão de obra. O custo de cada serviço é composto segundo o seguinte modelo:

$$CD = \sum\{MO+MT+EQ+ES\}$$

Estes quantitativos são multiplicados por composições unitárias de insumos para a execução destes serviços. A soma dos produtos dos quantitativos por suas composições unitárias resulta no custo total do projeto.

Portanto, para a realização do orçamento atuam três variáveis: o quantitativo dos serviços, a composição unitária e o preço dos insumos, e uma variável fiscal, os encargos sociais (AVILLA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

Para a definição dos custos unitários de produção, é necessário conhecer a produtividade da mão de obra e dos equipamentos, bem como a composição de insumos que compõem o serviço a ser realizado. Os custos unitários, então, são determinados com relação às unidades de serviço, tais como: m², m³, hectare, pontos elétricos, horas de mão de obra ou equipamentos, entre outras.

A composição de custo unitário geralmente tem os seguintes componentes:

a. Índice ou coeficiente de aplicação de materiais;

b. índice ou coeficiente de produção ou de aplicação de mão de obra;

c. índice de aplicação de equipamentos com o seu custo horário;

d. preços unitários de materiais;

e. preços unitários de mão de obra;

f. taxas de encargos sociais;

g. Benefícios e Despesas Indiretas (BDI).

19.2 COMPOSIÇÃO DA MÃO DE OBRA

19.2.1 Cálculo do custo

O custo unitário da mão de obra é calculado em função da produtividade do profissional envolvido e do custo horário deste profissional. Definido “p” como a produtividade da mão de obra e “P” o custo a ser pago pela mão de obra, o custo horário da mão de obra é dado por:

$$CU(MO) = p \times Pu$$

O Custo Total da mão de obra, por sua vez, é função do custo unitário calculado e da quantidade de serviço a realizar. Então, sendo “S” quantidade de serviço a ser realizado e CT(MO) o Custo Total da mão de obra conexa a um dado profissional ou serviço, tem-se:

$$CT(MO) = CU(MO) \times S$$

19.2.2 Produtividade da mão de obra

Recomenda-se que cada empresa estabeleça, através de acompanhamento estatístico, a própria produtividade para cada serviço. Assim, dispondo de índices de produtividade próprios, é possível ter sob controle e domínio seu processo orçamentário e, como resultado deste fato, conseguir que os desvios orçamentários ocorridos entre o momento de elaboração de uma proposta de serviços ou obras e aqueles apurados, quando se efetiva, sejam mínimos (AVILLA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

Além disso, atuando a empresa em regiões diversas e que apresentem costumes e comportamentos sociais distintos, recomenda-se o estabelecimento de índices de produtividade para cada região. A produtividade, por sua vez, equivale à razão entre a quantidade de serviço a ser realizado e o número de horas necessário para realizá-lo. Assim: p = Quantidade de Serviço / Horas

Como exemplo de cálculo de produtividade, considere-se que, depois de efetuado o acompanhamento da execução de 300 metros quadrados de reboco, foi registrado que um pedreiro demorou 51 horas para efetuar o serviço (AVILLA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003). A produtividade desse pedreiro, então, é de:

$$P = 300m^2/51 \text{ horas} = 5{,}88 \ m^2/\text{hora}$$

19.2.3 Exemplo

Determinar o custo unitário de produção do metro cúbico de concreto estrutural (15,0 MPa) produzido em canteiro (AVILLA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

Tabela 12 - Tabela de composição de custos para produção de concreto estrutural

Discriminação	Coeficiente	Unidade	Custo unitário (R$)		Custo dos materiais (R$)	Custo da Mão de Obra (R$)
			Materiais	Mão de Obra		
Areia	0,62	m³	8,05	-	4,99	
Brita 1	0,26	m³	20,55	-	5,34	
Brita 2	0,62	m³	20,55	-	12,74	
Cimento	6,80	Sc	6,10	-	41,48	
Betoneira 320 L	0,71	h	0,04	-	0,03	
Servente	6,00	h	-	0,72		4,32
Leis sociais	146,50	%	-	-		6,33
Custo de serviço						10,65
Total do serviço						75,25
BDI = 0,48 ou 48%						111,37
Preço adotado						111,50

Fonte: Próprio autor.

19.3 COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO DE EQUIPAMENTOS

A composição de preços unitários de equipamentos segue uma metodologia distinta da mão de obra. Recomenda-se separar, para a consideração destes custos, os relativos a:

- Pequenos equipamentos ou ferramentas;
- máquinas operatrizes;
- equipamentos de transporte.

19.3.1 Pequenos equipamentos e ferramentas

Pequenos equipamentos – a exemplo de serras circulares manuais e planas ou ferramentas tais como martelos, chaves de fenda e de grifo – são utilizadas durante todo o período da obra, ficando disponíveis para a realização dos diversos serviços que a compõem.

Considerando que são instrumentos de pequeno valor e, via de regra, não sujeitos ao processo de depreciação, pois são lançados contabilmente como despesa do exercício, recomenda-se que sejam considerados como custo indireto de obra e, consequentemente, apropriados no BDI. Dentro deste procedimento, esses instrumentos não participam da composição e preços unitários (AVILA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

19.3.2 Máquinas operatrizes

Como exemplo desses tipos de equipamentos têm-se os tornos, frezas e máquinas de solda topo. A experiência tem mostrado que os procedimentos quanto à alocação dos custos de operação, manutenção e depreciação seguidos neste caso são, basicamente, de dois tipos:

- Rateio entre os serviços que participarem;
- custo indireto de obra a ser considerado no BDI.

19.3.3 Equipamentos de transporte

Como exemplos desses equipamentos, temos: caminhões, tratores, guindastes, motos-niveladoras, gruas etc.

O orçamento dos custos desses serviços, basicamente, segue o mesmo modelo da mão de obra, em que: ΠE corresponde à produtividade do equipamento e PuE representa a composição do preço unitário (AVILA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

$$CU(EQ) = \Pi E \times PuE$$

A produtividade do equipamento é fornecida pelo catálogo do fabricante. Porém, há que considerar a queda de produtividade propiciada pela utilização do mesmo. O preço unitário é função de composição, onde são considerados:

- Depreciação;
- juros sobre capital investido;
- reparos e manutenção;
- reposição de peças rodantes;
- manutenção de pneus;
- custos de operação: combustível, lubrificante e graxa;
- mão de obra de operação.

Em obras de grande duração, é recomendável apresentar ao cliente os preços de operação considerando horas paradas e horas operantes. Isto porque é comum o equipamento ficar à disposição do cliente, parado (AVILA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

19.4 MATERIAIS

A composição do custo dos materiais é função direta do respectivo consumo unitário do material por unidade de serviço, tais como m/m, m²/m² ou m³/m³. Este consumo unitário também é denominado de Índice de Consumo.

$$CU(MT) = \sigma\ MT \times PuMT$$

Como exemplo, considere um traço de concreto em que a quantidade de brita dosada equivale, em volume, a 0,654 m³ de brita por metro cúbico de concreto. Assim, o consumo unitário desta brita corresponde a 0,654 m³/m³ de concreto.

No quadro a seguir é apresentado um modelo de cálculo de preço unitário horário de equipamento, tendo como exemplo o caso de um caminhão:

Composição de Preço Horário de Equipamento	Caminhão MB-LK Basculante 5,0 m3

Preço Total da Compra do Equipamento	R$ 79.000,00
Preço de Reposição dos Pneus	R$ 4.200,00
Preço Total da Compra sem Pneus	R$ 74.800,00
Valor Residual após depreciado	R$ 8.000,00
Valor líquido para depreciação	R$ 71.000,00

Composição	Hora Operando	Hora Parada
1 – Depreciação, Juros, Seguros, etc.:		
a) Depreciação: Valor a Depreciar / Vida útil em horas = 71.000,00 / 10.000	7,10	7,10
b) Rateio Anual: Juros de 24% ao ano + Impostos de 2% ao ano = 26 % ao ano. Horas de Trabalho Anual estimadas em 1.500 h.		
Rateio: Preço Equip. x % Invest. X Rateio Anual / Horas de Trabalho Anual = 79.000,00 x 1,0 x 0,26 / 1500	13,69	13,69
2 – Manutenção		
a) Reparos: % x Preço sem Pneus / Vida Útil em Horas = 1,00 x 74.800,00 / 10.000	7,48	0,00
b) Pneus: Custo de Reposição / Vida Útil em Horas = 4.200,00 / 1.000	4,20	0,00
3 – Operação: Custo horário x Consumo Horário		
a) Combustível: 0,36 R$/l x 10 l/h	3,60	0,00
b) Lubrificantes, etc.:		
Óleo Motor 120,00 R$ x 0,30 l/h = 3,60		
Graxa 5,00 x 0,05 = 0,25		
Filtros 50,00 x 0,01 = 0,50	4,35	0,00
c) Mão de Obra com Encargos Sociais de 88,49%		
Operador : 2,40 R$/hora x 1,00 = 2,40	2,40	2,40
Auxiliar :	0,00	0,00
4 - Preço do Aluguel Horário		
a) Somatório dos Custos	42,82	23,19
b) BDI calculado em 42%	17,98	9,74
c) Preço Horário Final	60,80	32,93
5 - Preço a Adotar em Reais por hora	61,00	33,00

Preços de novembro/98

Tabela 13: Exemplo de composição de cálculo de consumo

Fonte: Adaptado de Avila, Librelotto e Lopes (2003).

19.5 PROCEDIMENTOS

A realização de um orçamento segue a seguinte metodologia (AVILA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003):

1º. Projeto e suas especificações;

2º. Quantificar os trabalhos por serviço, etapas ou elementos construtivos;

3º. Relacionar as atividades à realização de cada serviço ou etapa construtiva com base na tecnologia a ser adotada;

4º. Definir e quantificar o custo dos insumos, equipamentos e mão de obra, a produtividade e os índices de produção;

5º. Calcular o custo unitário da mão de obra aplicada a cada serviço, dos insumos que dele participam e dos equipamentos necessários à sua consecução;

6º Calcular o índice de Encargos Sociais;

7º. Definir o BDI – Benefícios de Despesas Indiretas;

8º. Elaborar planilhas de composição de custos;

9º. Calcular os preços unitários e o preço global dos serviços.

ORÇAMENTOS

20.1 A DISCRIMINAÇÃO ORÇAMENTÁRIA (O PLANO DE CONTAS)

A construção civil é uma atividade industrial caracterizada por um grau elevado de complexidade e que precisa ser bem caracterizado quanto aos seus insumos, materiais, mão de obra, recursos financeiros e equipamentos, para que o processo de elaboração do orçamento e controle da construção seja levado a bom termo.

Nesse sentido, é importante dispor de um plano que discrimine e procure organizar as várias fases de execução da obra. Tal plano pode ser denominado de Discriminação Orçamentária ou Plano de Contas de Construção. Esse plano relaciona a sequência dos diferentes serviços que entram na composição de um orçamento e possíveis de ocorrer na construção de uma obra.

O seu objetivo é sistematizar o rol dos serviços a serem considerados durante a execução de orçamentos, de modo a não se omitir qualquer dos serviços necessários ao processo de construção como, também, aqueles necessários ao pleno funcionamento e utilização posterior da obra. Como cada obra é um empreendimento singular, apresentando características particulares, o plano de contas deve ser modelado e atender as especificidades de cada caso, ou seja, deve ser adaptado a cada empreendimento, a cada empresa, e ser adequado às suas necessidades e às diversas formas de trabalho.

Em função da discriminação orçamentária, é possível subdividir uma obra ou empreendimento nas suas atividades construtivas, o que possibilita o controle dos insumos. Quanto mais preciso e específico for o detalhamento das atividades ou dos serviços, melhores as condições de controlar e o resultado econômico a ser obtido. Para fins de organização do plano de contas, adota-se, de uma maneira geral, que cada obra ou serviço receba um código de identificação. Além disto, para cada um dos itens que compõem o serviço, deverá ser atribuído um subcódigo de identificação.

Para a preparação do orçamento recomenda-se que a obra seja subdividida nas diversas etapas construtivas que, como a própria denominação sugere, são as fases ou grupos de serviços que evidenciam os componentes mais importantes da obra. Esta divisão deverá obedecer a critérios de afinidade de serviços e observar uma certa ordem cronológica da sua execução. Além disso, cada serviço deverá ser discriminado uma única vez, evitando, assim, a consideração de serviços em duplicata.

Por exemplo, se houver um item sob o título Limpeza da Obra e outro sob o título Recebimento da Obra, neste último não deve constar nada que se refira à limpeza da obra. É importante salientar que uma discriminação orçamentária pode atender às características de cada empreendimento ou obra. Deste modo, o recomendado é efetuar uma discriminação orçamentária para cada nova obra ou empreendimento, atendendo a suas peculiaridades próprias.

Com uma divisão adequada dos serviços torna-se fácil orçar e administrar uma

obra. Tal procedimento também se constitui num poderoso auxiliar na administração dos trabalhos e no controle das quantidades dos insumos efetivamente empregados, permitindo, inclusive, ser usado como meio de análise e redução de custos.

20.1.1 Modelos para Classificação dos Serviços:

Entre as discriminações orçamentárias mais conhecidas e difundidas, podem ser citadas: Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes (GOINFRA), Tabela de Composição e Preços para Orçamentos (TCPO), Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), e Secretaria de Infraestrutura (SEINFRA).

Entretanto, é possível elaborar uma discriminação de serviços própria, baseada, intuitivamente, na ordem cronológica da execução da construção, que poderá ser composta dos seguintes serviços:

- Serviços Preliminares: neste item devem ser incluídas todas as despesas como locação, fechamento e regularização do terreno, instalação de barracão, tapumes, demolição, locação da obra etc.
- Terraplenagem: sob este título devem ser considerados escavação, cortes, aterros, retirada de terra, compactação de solo etc.
- Fundações (infraestrutura): neste título se incluem serviços, muros de contenção ou arrimo, fundações diretas, cortinas, estacas e blocos, sapatas etc.
- Estrutura (superestrutura): abrange todos os serviços necessários à execução de estruturas de concreto, estruturas metálicas, estruturas de madeira, lajes, vigas e pilares.
- Elementos de vedação: compreendendo paredes e divisórias, elementos de composição e proteção etc.
- Cobertura: abrangendo telhados, tratamento especiais externos, impermeabilização de terraços e outros.
- Revestimentos: sob este item se incluem todos os revestimentos, internos e externos, de parede, de forros, de pisos etc., tais como rebocos, emboços e azulejos.
- Instalações: esta etapa compreende os serviços para realizar as instalações hidrossanitárias, elétricas, telefônicas etc.
- Esquadrias: todas as esquadrias metálicas e/ou de madeira como janelas, portas, portões, produtos de serralheria etc. se incluem neste item.
- Vidros e pintura: aqui se agrupam a colocação de qualquer tipo de vidro, como boxes de vidro para banheiro, todos os serviços de preparo e pintura de superfícies etc.
- Serviços complementares: aqui são considerados serviços de complementação

artística e paisagística, ligação final de água, esgoto, luz, telefone e outras, entrega da obra etc.

- Instalações especiais: neste item se situam os diversos serviços que, por causa de suas particularidades, não se enquadram em nenhuma das etapas anteriormente descritas, como instalações de alarme, elevadores, antenas etc.

As etapas apresentadas ou sugeridas seguem a ordem de execução de uma obra. Como já foi dito, a partir dessas etapas, o passo seguinte é a identificação dos serviços, ou seja, a decomposição de cada etapa nos diversos serviços que a compõem. Cabe salientar que as etapas apresentadas não constituem a melhor forma de subdividir uma obra; por exemplo, a etapa Instalações pode ser desdobrada em instalações hidráulicas, instalações elétricas e assim por diante. É através da experiência que se deve obter o modo mais adequado para cada obra em particular.

20.2 CRONOGRAMA

O cronograma que resulta do planejamento conforme preconizamos é o produto de um método bem definido, e não um conjunto de barras desenhadas a esmo. O cronograma integrado leva em conta as premissas adotadas e materializa graficamente o resultado dos cálculos efetuados segundo o PERT/COM. A técnica de planejamento exposta nos capítulos anteriores mostrou que a prática de produzir cronogramas meramente “puxando barras” é errada e repudiável, pois incorpora alta dose de empirismo. O cronograma é, por excelência, o instrumento do planejamento no dia a dia da obra e é com base nele que o gerente e sua equipe devem tomar as seguintes providências:

Programar as atividades das equipes em campo
Instruir as equipes
Fazer pedidos de compra
Alugar equipamentos
Recrutar operários
Aferir o progresso das atividades
Monitorar atrasos ou adiantamentos das atividades
Replanejar a obra
Pautar reuniões

Tabela 14 - Lista de providências a serem tomadas

Fonte: Próprio autor (2020).

20.3 CRONOGRAMA DE GANTT

A visualização das atividades com suas datas de início e fim pode ser conseguida lançando-se mão do recurso gráfico chamado Gráfico, Diagrama ou Cronograma de Gantt,

assim batizado em homenagem ao engenheiro Henry Gantt, que introduziu o cronograma de barras como ferramenta de controle de produção de atividades, sobretudo na construção de navios cargueiros no início do século XX. O cronograma de Gantt é um gráfico simples: à esquerda figuram as atividades e à direita, as suas respectivas barras desenhadas em uma escala de tempo. O comprimento da barra representa a duração da atividade, cujas datas de início e fim podem ser lidas nas subdivisões da escala de tempo. Um exemplo simples é visto a seguir:

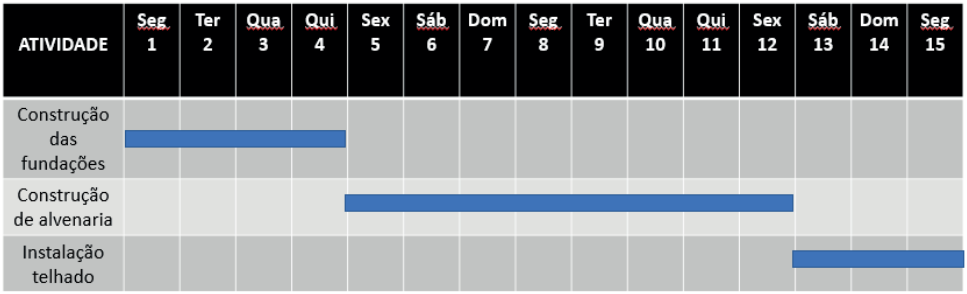


Figura 57: Cronograma de barras

Fonte: Próprio autor (2020).

O cronograma de Gantt constitui uma importante ferramenta de controle porque é visualmente atraente, fácil de ser lido e apresenta de maneira simples e imediata a posição relativa das atividades ao longo do tempo. Qualquer pessoa com um mínimo de instrução pode manusear um cronograma e dele extrair informação sem dificuldade. O cronograma de barras, como originalmente concebido, tem a deficiência de não possibilitar a visualização da ligação entre as atividades, não levar em conta as folgas e não mostrar o caminho crítico. A fim de suprir essas limitações, planejadores criaram uma versão aprimorada do cronograma de Gantt, na qual introduziram dados tirados da rede PERT/COM. A versão final recebe o nome de cronograma integrado Gantt – PERT/COM.

20.4 Cronograma integrado Gantt – PERT/COM

O cronograma integrado pode apresentar, adicionalmente ao cronograma de Gantt, várias informações:

Informação	Como aparece no cronograma
Numeração das atividades	De acordo com a rede
Sequenciação	Pequenas setas que mostram a sequência das atividades
Datas mais cedo e mais tarde de início e de fim	PDI, UDI, PDT, UDT
Folgas	Pode se limitar à folga total (FT) ou abranger todas (FT, FL, FD, FI)
Atividades críticas	Hachuradas ou com traço mais forte
Realizado	Situação atual (real) do projeto

Tabela 15 - Informações que podem ser inseridas no cronograma integrado

Fonte: Próprio autor (2020).

Os cronogramas possuem alguns marcos, que são pontos notáveis que se destacam em um cronograma. Um marco é um instante particular que define o início ou o final de uma etapa do projeto, ou o cumprimento de algum requisito contratual. Os marcos são pontos de controle. Representá-los no cronograma ajuda na rápida visualização da data em que o projeto alcança esses instantes.

Do ponto de vista do planejamento, o marco é uma atividade de duração zero, inserido no cronograma unicamente para fins de referência. Os marcos podem ser de planejamento (definidos pelo planejador e cujas datas são calculadas a partir da rede) ou contratuais (datas impostas, que deverão ser atendidas).

De planejamento	Contratuais
Início da obra	Ordem de serviço
Final da terraplenagem	Entrega do 1º trecho da estrada
Estrutura concluída	Liberação da 1ª parcela de recursos
Liberação de área	Reunião de coordenação com o cliente
Pavimentação OK	Inauguração da obra

Tabela 16 - Alguns marcos de planejamento e contratuais

Fonte: Próprio autor (2020).

No caso dos marcos contratuais, as datas não são calculadas, mas impostas. Cabe ao gerente do projeto verificar se o planejamento da obra atende a essas horas e tomar as providencias necessárias para que as etapas sejam cumpridas em tempo hábil.

MARCO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
Ordem de serviço	●						
Término fundações		●					
Início estrutura			●				
Término estrutura						●	
Final da obra							●

Figura 58 - Marcos (início ou fim de cada etapa da obra)

Fonte: Próprio autor (2020).

A técnica PERT/COM é toda fundamentada em dias úteis, ou seja, em dias de trabalho (ou semanas, meses etc.). Os cálculos não levam em conta dias de calendário, mas dias sequenciais. A contagem dos dias independe de fins de semana e feriados. O cronograma com dias de calendário nada mais é do que um passo posterior, apenas para a associação dos dias parametrizados com datas no tempo real. Então, seja a seguinte rede simples:

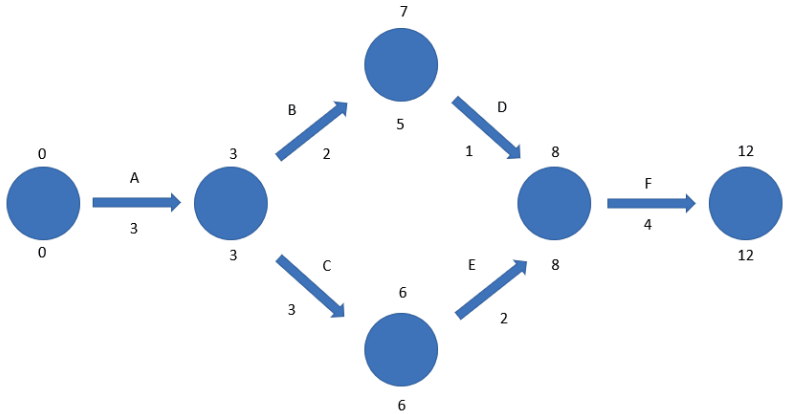


Figura 59 - Diagrama de rede

Fonte: Próprio autor

Seu cronograma em dias úteis (sequenciais) é mostrado na seguinte figura:

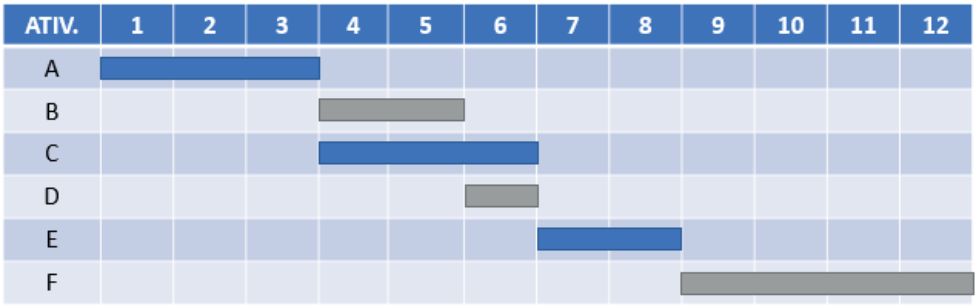


Figura 60 - Cronograma paramétrico (dias sequenciais)

Fonte: Próprio autor (2020).

Supondo que a data de início previsto é 14 de abril de 2010, que a obra não trabalha nos finais de semana e que há um feriado no dia 21 de abril, o cronograma integrado assume a seguinte forma:

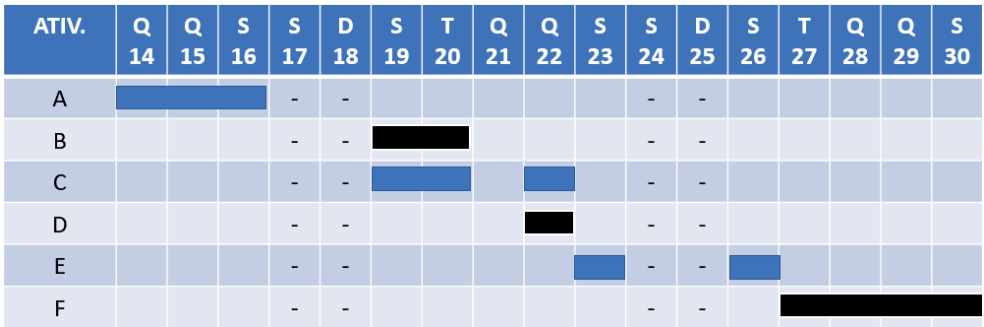


Figura 61 - Cronograma em dias de calendário

Fonte: Próprio autor (2020).

Pode-se notar que as atividades C e E são interrompidas pelos dias não úteis, mas sua duração total em dias de trabalho permanece a mesma.

Os pontos positivos e negativos da representação de uma rede sob a forma de cronograma integrado Gantt-PERT/COM são mostrados no quadro a seguir:

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Sua apresentação é simples e de fácil assimilação.	A sequência lógica é mais bem compreendida no diagrama de rede.
Facilita o entendimento do significado da folga.	Fica difícil perceber como o atraso ou o adiantamento de uma atividade afeta a rede como um todo.
É a base para alocação dos recursos.	Não elimina o recálculo da rede para atualização do programa.
É a base para o cronograma físico-financeiro.	
É ótima ferramenta de monitoramento e controle.	
Serve para geração das programações periódicas e distribuição de tarefas aos responsáveis	
Serve para mostrar o progresso real das atividades de obra.	

Figura 62 - Vantagens e desvantagens do cronograma integrado

Fonte: Próprio autor (2020).

Em resumo então, o Cronograma de Gantt é uma ferramenta que permite a visualização do progresso de projetos. É, basicamente, uma ferramenta de acompanhamento, bastante visual, cujo objetivo é deixar a informação o mais transparente possível. Sua utilização se dá para:

- Representar as atividades com suas precedências e distribuídas em um intervalo de tempo.
- As vantagens do Cronograma de Gantt são a facilidade de entendimento e a boa visualização. A desvantagem é não mostrar com nitidez a interdependência entre as atividades.
- Representação de cronogramas de demanda de mão de obra, de materiais e de equipamentos são algumas de suas representações.

Na figura seguinte está um exemplo simples de representação de cronograma, onde o tempo é representado por números (dias, semanas ou meses) e as atividades, por letras:

EAP	DURAÇÃO	DEPENDÊNCIAS
A	2	ÍNICIO
B	3	A
C	4	A
D	6	A
E	6	B,C
F	3	B,C,D
G	5	C,D
H	2	E,F,G

Figura 63 - Cronograma simplificado de tarefas

Fonte: Próprio autor (2020).

Agora, vejamos um exemplo ilustrativo de um cronograma Gantt, onde o tempo é representado por números (dias, semanas ou meses) e as atividades, por letras, e na figura seguinte a representação do caminho crítico que veremos mais adiante, destacado em azul:

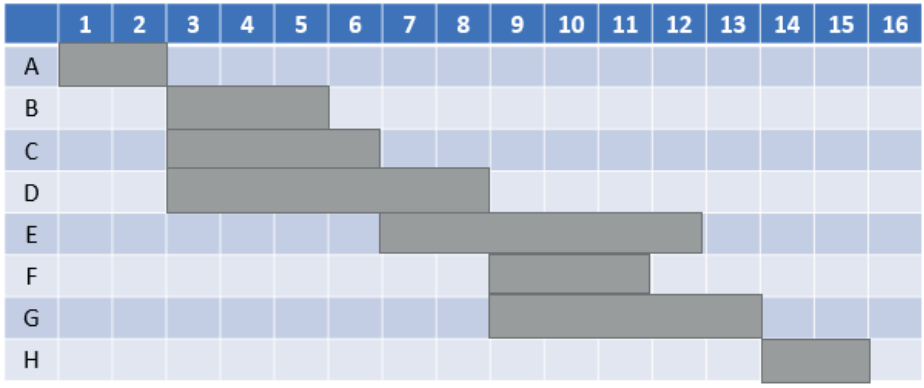


Figura 64 - Cronograma de obras em gráfico de barras

Fonte: Próprio autor (2020).

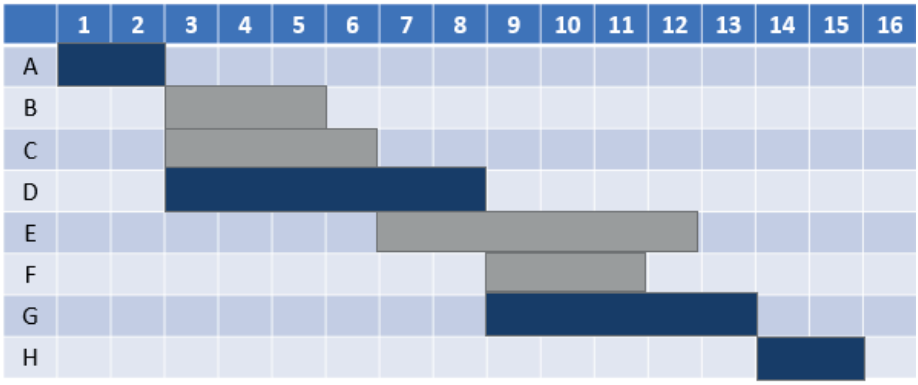


Figura 65 - Cronograma de obras em gráfico de barras (caminho crítico)

Fonte: Próprio autor (2020).

EAP (ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO) E C.C (CAMINHO CRÍTICO)

21.1 ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO

Para se planejar uma obra é preciso subdividi-la em partes menores. Esse processo é chamado decomposição. Por meio da decomposição, o todo (obra como em seu escopo integral) é progressivamente desmembrado em unidades menores e mais simples de manejar. Os grandes blocos são sucessivamente esmiuçados, destrinchados na forma de pacotes de trabalho menores, até que se chegue a um grau de detalhe que facilite o planejamento no tocante à estipulação da duração da atividade, aos recursos requeridos e à atribuição de responsáveis.

A estrutura hierarquizada que a decomposição gera é chamada de Estrutura Analítica do Projeto (EAP). Basta pensar em uma árvore genealógica, com o avô em um nível, seus filhos em outro mais baixo, os netos imediatamente no nível inferior e assim por diante. Essa é a configuração da EAP, uma árvore com ramificações.

O nível superior da EAP representa o escopo total. Nesse nível há apenas um item (o projeto como um todo). A partir desse nível, a EAP começa a se ramificar em tantos galhos quantos forem necessários para representar as grandes feições do projeto. Em seguida, cada "caixinha" do segundo nível é desdobrada em seus componentes menores no terceiro nível e assim sucessivamente. Cada nível representa um aprimoramento de detalhes do nível imediatamente superior. À medida que a EAP se desenrola, os pacotes de trabalho se tornam menores e mais bem definidos. Assim, torna-se mais fácil atribuir uma duração e identificar a tarefa no campo para controlar seu avanço.

Não há regra definida para construir a EAP. Dois planejadores podem perfeitamente chegar a duas EAP bastante diferentes para um mesmo projeto. O critério de decomposição é responsabilidade de quem planeja. É bom frisar que, qualquer que tenha sido a lógica de decomposição, todos os trabalhos constituintes do projeto precisam estar identificados ao final. O importante é que a EAP represente a totalidade do escopo (regra dos 100%).

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP) é também conhecida pela expressão *Work Breakdown Structure* (WBS), que em português significa "estrutura de decomposição do trabalho".

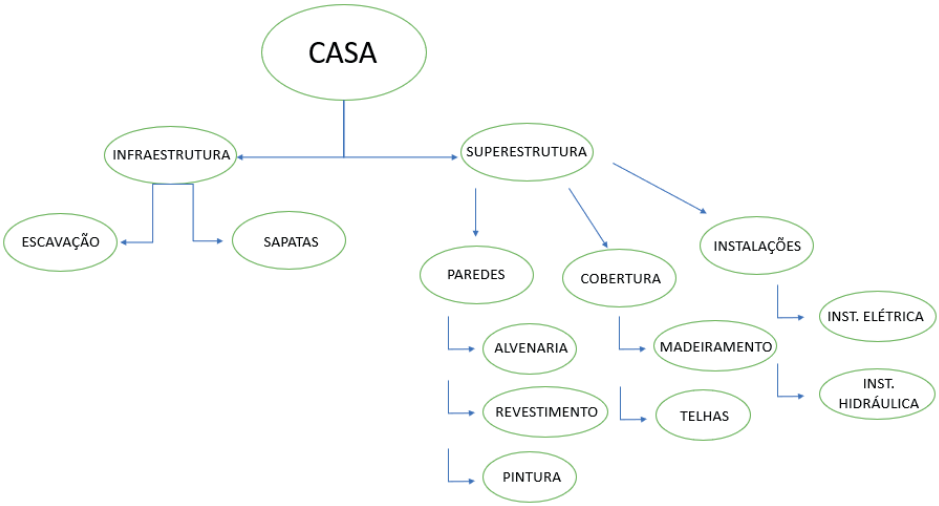


Figura 66 - Modelo de EAP para projeto (decomposição por partes físicas)

Fonte: Próprio autor (2020).

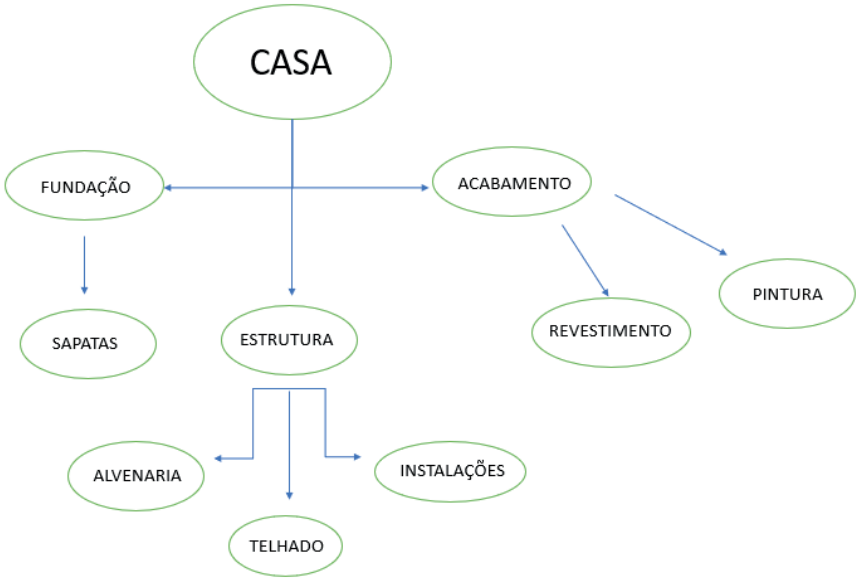


Figura 67 - Modelo de EAP para projeto (decomposição por grandes serviços)

Fonte: Próprio autor (2020).

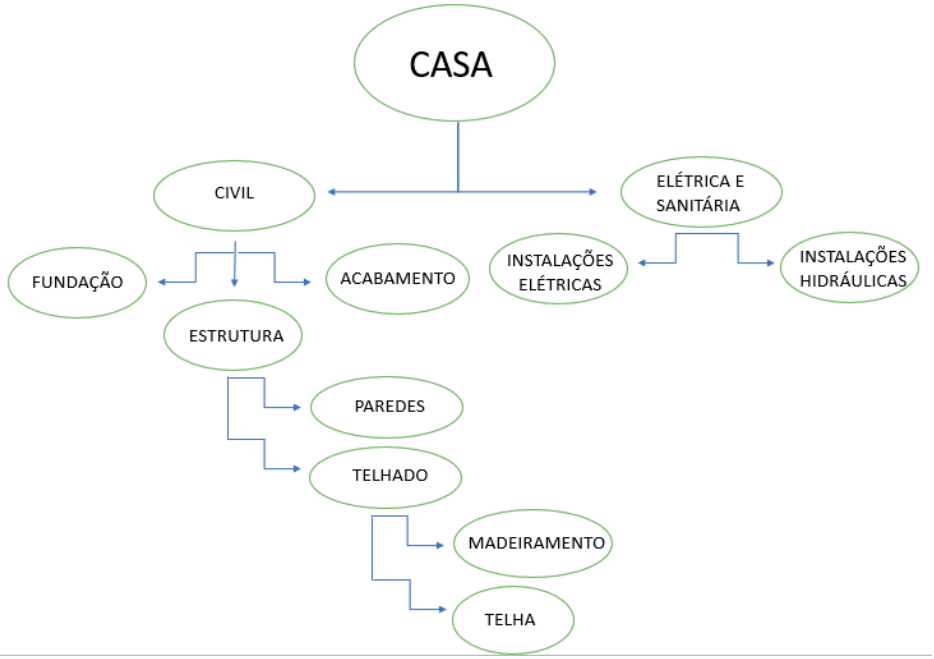


Figura 68 - Modelo de EAP para projeto (decomposição por especialidade de trabalho)

Fonte: Próprio autor (2020).

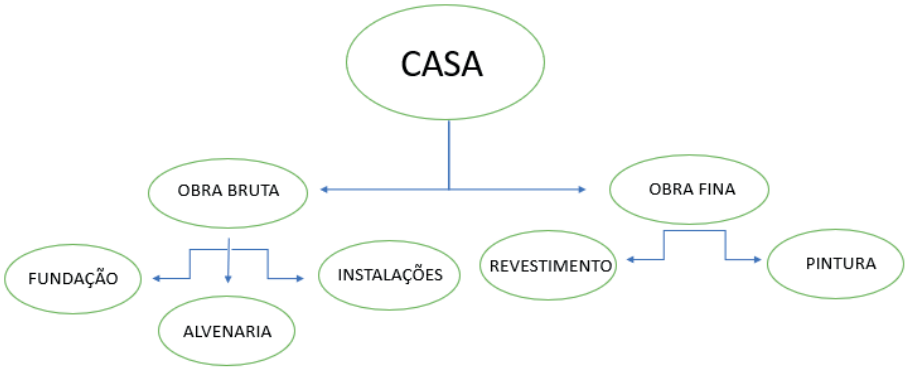


Figura 69 - Modelo de EAP para projeto (decomposição por etapas globais)

Fonte: Próprio autor (2020).

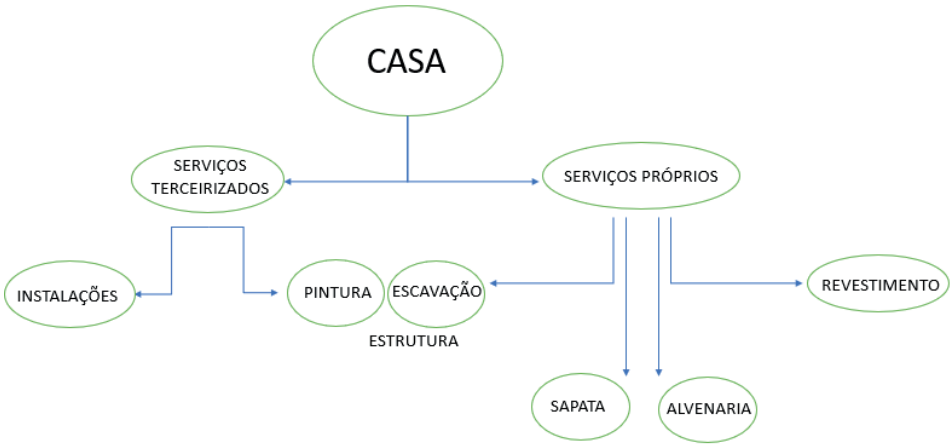


Figura 70 - Modelo de EAP para projeto (decomposição por tipo de contratação)

Fonte: Próprio autor (2020).

A Figura 66 apresenta uma EAP que desce até o nível 4, embora nem todos os ramos cheguem até lá. O nível inferior de cada ramo gera um total de nove pacotes de trabalho para o planejamento – são eles que integrarão o cronograma.

A Figura 67 apresenta uma EAP que desce ao nível 3, desmembrando o escopo total em seis pacotes de trabalho. A atividade "telhado" presumidamente engloba o madeiramento (terças, caibros e ripas) e a coloração das telhas. O pacote "fundação" só se desdobra em uma única atividade (sapatas), o que não é tecnicamente uma solução elegante, porque decomposição pressupõe desdobramento em mais de uma subatividade.

A Figura 68 apresenta uma EAP que desce até o nível 5, definindo sete pacotes de trabalho no final da ramificação. Embora ela desdobre muito o pacote "estrutura", os demais pacotes ficaram muito genéricos, englobando vários serviços que poderiam ter sido individualizados. A EAP ficou com aparência assimétrica.

A Figura 69 apresenta uma EAP que desce ao nível 3, decompondo o escopo em apenas cinco pacotes de trabalho. É uma EAP bem simples. "Fundação" compreende a escavação e a concretagem da sapata, serviços que estão apenas subentendidos, quando melhor seria que estivessem explicitados.

A Figura 70 apresenta uma EAP que desce ao nível 3 e define seis pacotes de trabalho. A subdivisão do segundo nível só faz sentido se a separação entre serviços próprios e terceirizados for muito importante do ponto de vista gerencial.

21.2 A DECOMPOSIÇÃO

Para realizar a decomposição, não há uma regra definida e a resposta fica por conta do bom senso. Tudo é função do grau de controle que sequer imprimirão planejamento:

muitos detalhes acarretam uma rede extensa e um custo de controle mais elevado; poucos detalhes rendem uma rede sucinta e de custo de controle mais baixo, mas o planejamento pode ficar pouco “profundo” e pouco prático de acompanhar.

Um ponto a ponderar é o tempo médio das atividades do planejamento. Não é viável trabalhar com atividades muito genéricas e longas misturadas com atividades de duração reduzida. É preciso haver um equilíbrio nas durações, o que já é um ponto de orientação para o planejador. Não é coerente haver um cronograma de atividades com duração em meses e outras em dias, ou algumas em semanas e outras em anos.

Um serviço como concretagem de laje, por exemplo, pode ser considerado atividade única ou subdividida em forma, corte e dobra de ferragem, instalação da armação, lançamento de concreto, cura e desforma. Com o desdobramento do pacote de trabalho em atividade menores, a rede fica mais detalhada, porém mais longa e complexa. Em uma obra predial, que depende muito de lajes, a EAP mais detalhada é uma boa ideia. Contudo, se a obra for uma estrada e a laje em questão for uma parada de ônibus, é mais aconselhável manter o serviço único por se tratar de algo menor, menos representativo no todo.

21.3 A EAP DE SUBCONTRATOS

No caso de obras que têm subcontratos – cravação de estacas, instalações elétricas e hidráulicas, impermeabilização, revestimento de gesso, dentre outras –, o trabalho de planejamento não deve ser menor. A estrutura analítica deve ser desenvolvida mesmo assim, preferencialmente sendo fornecida pelo subcontratado, pois é ele quem conhece bem o serviço. O fato de um grupo de atividades ser feito por empresa terceirizada não implica que ela fique de fora do planejamento. Pelo contrário, incluir as atividades subcontratadas na rede é uma maneira de envolvê-lo no esforço global de planejamento e garantir que as atividades estarão identificadas no cronograma, o que permitirá um melhor monitoramento desses subcontratados.

21.4 EAP ANALÍTICA

Outro formato possível para a EAP é a listagem analítica ou sintética. Esse é o formato com que os principais softwares de planejamento trabalham. A essência é simples: cada novo nível da EAP é “indentado” em relação ao anterior, isto é, as atividades são alinhadas mais internamente. Tarefas de um mesmo nível têm o mesmo alinhamento. Quanto mais indentadas as atividades, menor o nível a que pertencem.

A EAP analítica geralmente vem associada a uma numeração lógica, segundo a qual cada novo nível ganha um dígito a mais. A EAP analítica presta-se muito bem para relatórios. A EAP da seguinte figura apresenta uma aparência no formato analítico do programa MS Project®.

ATIVIDADE	
0	**Casa**
1	**1 Infraestrutura**
2	1.1 Escavação
3	1.2 Sapatas
4	**2 Superestrutura**
5	2.1 Paredes
6	2.1.1 Alvenaria
7	2.1.2 Revestimento
8	2.1.3 Pintura
9	**2.2 Cobertura**
10	2.2.1 Madeiramento
11	2.2.2 Telhas
12	**2.3 Instalações**
13	2.3.1 Instalação elétrica
14	2.3.2 Instalação hidráulica

Figura 71: EAP analítica

Fonte: Próprio autor (2020).

21.5 EAP COMO MAPA MENTAL

Além do formato tradicional de árvore de blocos, a EAP pode também ser apresentada sob a forma de mapa mental, uma solução visualmente muito atraente e de fácil criação. Um mapa mental é um diagrama utilizado para representar ideias, que são organizadas radialmente a partir de um conceito central. A estrutura do mapa mental é de árvore, com ramos divididos em ramos menores, como na árvore de blocos. A diferença é que o mapa permite a criação da EAP de maneira que fixa melhor a imagem, centralizando a ideia central e o espírito de decomposição progressiva das ideias.

Supostamente, o mapa mental funciona como o cérebro humano, mantendo a ideia-chave em posição central e criando conexões por meio de associações traçadas de forma não linear. Organização do pensamento, palavras-chave, associação, agrupamento e facilidade cognitiva são algumas das características do processo. Em relação à EAP por blocos, o mapa mental tem a vantagem de mostrar toda a decomposição do projeto em uma tela única. Para quem trabalha no computador, não é preciso rolar a barra do programa para visualizar a totalidade da EAP. A Figura 72 apresenta a aparência de um mapa mental:

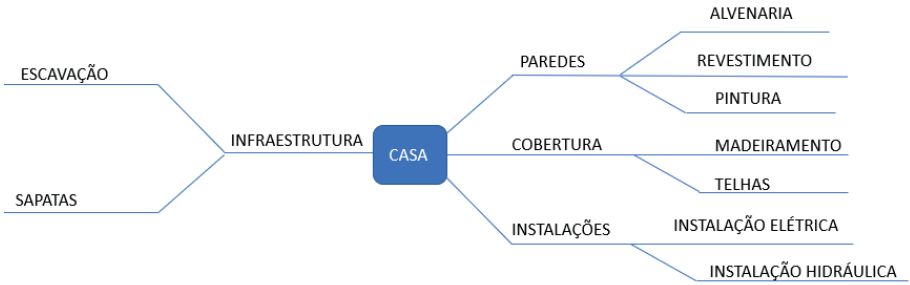


Figura 72 - EAP em mapa mental

Fonte: Próprio autor (2020).

21.6 EXEMPLO PASSO A PASSO – BARRAGEM ALEGRIA

O desvio do rio Alegria é uma das principais etapas da construção de uma barragem. Na Barragem Alegria, as características topográficas e hidrológicas ditaram a adoção do arranjo espacial. Para que o maciço da barragem possa ser construído entre as duas ombreiras, é preciso desviar o rio de seu curso natural por meio de um túnel. Concluído o túnel, constroem-se as ensecadeiras de montante e de jusante. A partir daí, bombeia-se água represada (esgotamento) e se inicia a escavação do terreno para implantação da fundação da barragem. A obra conta com acessos até o túnel e a cada uma das ensecadeiras.

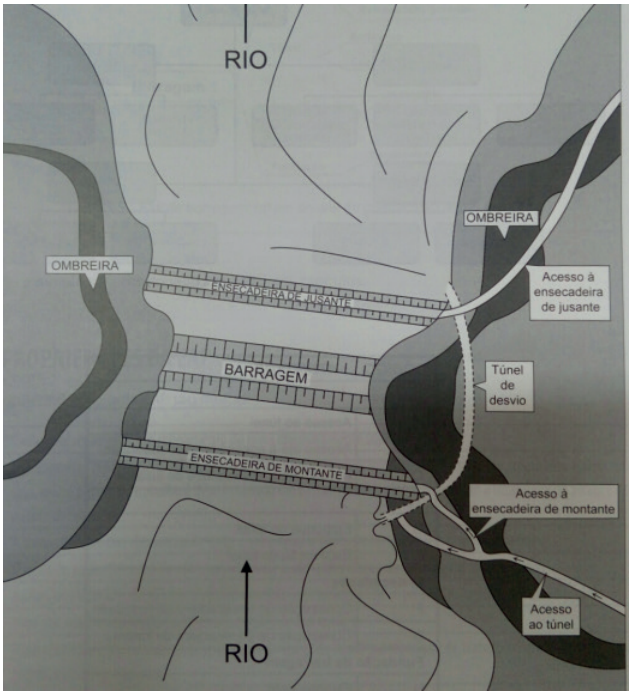


Figura 73 - Arranjo geral da barragem

Fonte: Mattos (2010).

CÓDIGO	ATIVIDADE
Acessos	
A	Acesso ao túnel
B	Acesso até a enceradeira de montante
C	Acesso até a enceradeira de jusante
Túnel	
D	Emboque do túnel
E	Escavação do túnel
Ensecadeiras	
F	Construção de ensecadeira de montante
G	Construção de ensecadeira de jusante
Fundação da barragem	
H	Esgotamento
I	Escavação para fundação da barragem

Figura 74 - Atividades de execução da barragem

Fonte: Adaptado de Mattos (2010).

21.7 PROPRIEDADES DA EAP

As propriedades de uma EAP são muitas, e cada nível representa um refinamento do nível imediatamente superior:

- As subtarefas representam 100% do escopo da tarefa do nível imediatamente superior (regra dos 100%), ou seja, se um pacote de trabalho é desmembrado em três atividades, elas representam a totalidade do alcance do pacote de trabalho.
- A soma do custo dos elementos de cada nível é igual a 100% do nível imediatamente superior.
- O custo de cada elemento da estrutura equivale à soma dos custos dos elementos subordinados.
- Juntas, as atividades de nível mais baixo nos diversos ramos da EAP representam o escopo total do projeto.
- Uma mesma atividade não pode estar em mais de um ramo.
- Duas atividades são mutuamente excludentes: não pode haver sobreposição de trabalho entre elas (seria uma redundância desnecessária).
- Atividades não incluídas na EAP não tomam parte do projeto.
- As atividades são relacionadas em ordem lógica de associação de ideias, não em ordem cronológica.
- As atividades de nível mais baixo são mensuráveis e podem ser atribuídas a um responsável (pessoa ou equipe).

21.8 BENEFÍCIOS DA EAP

Vários são os benefícios que a criação da EAP traz para o projeto:

- Ordena o pensamento e cria uma matriz de trabalho lógica e organizada;
- individualizada as atividades que serão as unidades de elaboração do cronograma;
- permite o agrupamento das atividades em famílias correlatas;
- facilita o entendimento das atividades consideradas e do raciocínio utilizado na decomposição dos pacotes de trabalho;
- facilita a verificação final por outras pessoas;
- facilita a localização de uma atividade dentro de um cronograma extenso;
- facilita a introdução de novas atividades;
- facilita o trabalho de orçamentação porque usa atividades mais precisas e palpáveis;
- permite a atribuição de códigos de controle que servem para alocação dos custos incorridos no projeto;
- evita que uma atividade seja criada em duplicidade.

CAMINHO CRÍTICO

O caminho crítico é uma metodologia que permite ao gestor identificar a sequência de atividades dentro da elaboração de um projeto. A vantagem é que gera muito mais controle, pois, caso uma das atividades sofra atraso, todo o projeto também o sofrerá. Em outras palavras, o método do caminho crítico apresenta a sequência das atividades que não podem ser atrasadas. Isso implica, também, o cálculo de folgas de cada tarefa.

Desta forma, o método do caminho crítico apresenta, dentro daquela sequência, as atividades às quais você e sua equipe devem dedicar atenção redobrada, ou seja, a ideia básica é a de identificar o caminho que consome mais tempo (daí vem o termo "crítico") por meio de uma rede de atividades que sirva como base para o planejamento e o controle de um projeto.

Se as atividades estiverem em série, bastaria somar as durações de todas para encontrar a duração total; porém, como há paralelismo de atividades, a coisa não é tão imediata assim. É importante entender que não se trata de um prazo contratual ou duração desejada, mas o prazo total calculado de acordo com os dados de entrada do planejamento, que são precedência e durações. Calcular a duração total impõe realizar algumas comparações entre tempos, como será exposto a seguir. Mais uma vez abordaremos a técnica mostrando os dois métodos de construção do diagrama de rede: método das flechas e método dos blocos. Ambos produzem o mesmo resultado, e não poderia ser diferente – o que muda são as regras para efetuar os cálculos e a forma de registrar o tempo na rede.

22.1 MÉTODO DAS FLECHAS

No método das flechas, a duração da atividade é representada na própria flecha. Para calcular o prazo total da rede, faz-se o cômputo do tempo total gasto até cada evento ser atingido. Por se tratar de uma sequência cronológica, as contas são feitas evento a evento. Vejamos os seguintes exemplos:

Atividade	Predecessoras	Duração
A	-	1
B	A	3
C	A	1
D	B	4
E	C	3
F	D, E	2

Tabela 17 - Rede com atividades e durações: quadro de sequenciação

Fonte: Adaptado de Mattos (2010).

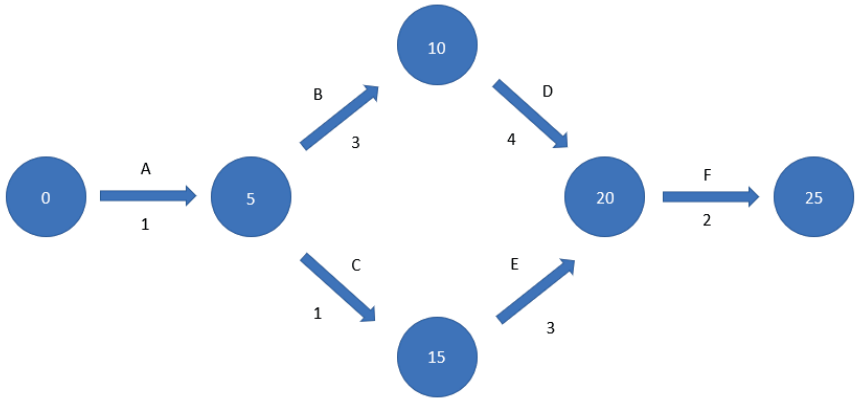


Figura 75 - Rede com atividades e durações: diagrama de flechas

Fonte: Próprio autor (2020).

É fácil constatar que a duração total do projeto não é a soma da duração das seis atividades porque há simultaneidade entre algumas delas. É preciso, então, buscar quem está "governando" o prazo da rede, qual é o caminho que "controla" o tempo total do projeto.

22.2 EVENTO CRÍTICO

Os eventos cujos tempos Mais Cedo e Mais Tarde são idênticos são chamados de "eventos críticos".

Evento Crítico: TEMPO MAIS CEDO = TEMPO MAIS TARDE

No exemplo, os eventos críticos são 0, 5, 10, 20 e 25. A sequência de atividades que unem os eventos críticos é aquela que define o prazo total do projeto. A essas atividades se dá o nome de "atividades críticas" e o caminho que as unem constitui o "caminho crítico", representado por um traço mais forte ou duplo.

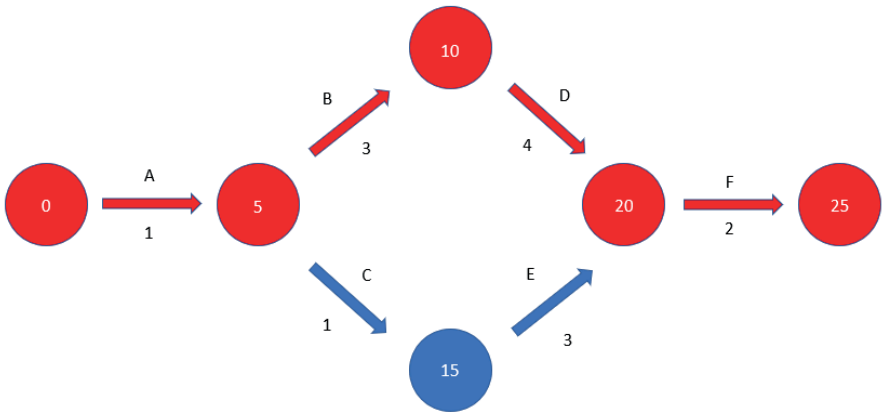


Figura 76 - Caminho Crítico

Fonte: Próprio autor (2020).

O caminho crítico é, portanto, A – B – D – F. Essa é a sequência de atividades que comanda o projeto do ponto de vista do tempo. É importante identificar o caminho crítico porque um atraso nele fatalmente significa um atraso no prazo de conclusão. O caminho crítico é a sequência de atividades que concorrem para a determinação da duração total. Ele é o conjunto de atividades que define o prazo total da rede. Antes desse prazo, o projeto não pode ser concluído de acordo com os dados informados. Uma conclusão importante que decorre é a de que o caminho crítico é justamente a sequência que une os eventos cujos tempos Mais Cedo e Mais Tarde são iguais. Portanto, sendo Cedo igual a Tarde, o evento não tem flexibilidade temporal (folga) e, se não for atingido exatamente naquele instante, atrasará o projeto todo.

A interpretação dessa rede nos leva a algumas conclusões:

- Se a duração de A for reduzida de 1 dia para 0,5 dia, prazo total do projeto se reduz de 10 para 9,5 – isso porque A é crítica.
- Se a duração de B for reduzida de 3 para 2, o prazo total do projeto se reduz de 10 para 9 – isso porque B é crítica.
- Se a duração de D for reduzida de 4 para 3, o prazo total do projeto se reduz de 10 para 9 – isso porque D é crítica.
- Se a duração de F for reduzida de 2 para 1, o prazo total do projeto se reduz de 10 para 9 – isso porque F é crítica.
- De nada adianta reduzir a duração da atividade C, porque esse ganho de tempo não se transferirá ao prazo total, que continuará sendo 10 – isso porque C não é crítica.
- De nada adianta reduzir a duração da atividade E, porque esse ganho de tempo não se transferirá ao prazo total, que continuará sendo 10 – isso porque E não é crítica.
- Se a duração de C for ampliada para 2, o prazo total do projeto não será alterado.
- Se a duração de E for ampliada para 4, o prazo total do projeto não será alterado.
- Se a duração de C for aumentada para 5, o prazo do projeto será alterado, pois C passará a ser parte do caminho crítico.

No cronograma de barras, as atividades críticas devem ser mostradas em um padrão diferente: bordas mais grossas, cor destacada, hachuras etc.

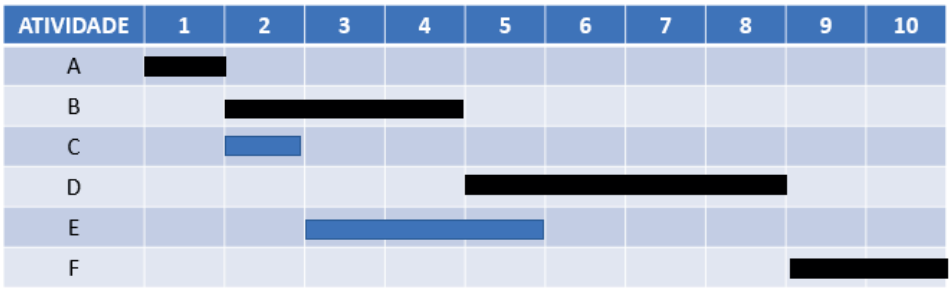


Figura 77 - Caminho crítico no cronograma

Fonte: Próprio autor (2020).

Em suma:

- As atividades críticas unem os eventos críticos.
- O caminho crítico é o conjunto das atividades críticas.
- O caminho crítico é o caminho mais longo do início ao fim do projeto.
- Qualquer atraso em uma atividade crítica atrasará o final do projeto na mesma quantidade de tempo.
- Uma unidade de tempo poupada no caminho crítico antecipa em uma unidade de tempo o final do projeto.
- Uma unidade de tempo poupada em uma atividade não crítica não reduz o prazo total do projeto.
- Uma unidade de tempo aumentada em uma atividade não crítica não dilata o prazo total do projeto.

22.3 EXEMPLO

Calcular os tempos Mais Cedo e Mais Tarde dos eventos, e identificar o caminho crítico por meio do método das flechas (ADM) para o exemplo do bloco de fundação, visto na seguinte figura:

Código	Atividade	Predecessoras	Duração (dias)
A	Limpeza do terreno	-	1
B	Locação da fundação	A	1
C	Escavação da fundação	B	3
D	Montagem das formas	C	2
E	Fornecimento de aço	-	5
F	Preparação da armação	E	4
G	Colocação da armação	D, F	4
H	Mobilização da betoneira	-	6
I	Instalação/teste da betoneira	A, H	2
J	Concretagem	G, I	1

Figura 78 - Quadro de atividades

Fonte: Próprio autor (2020).

Solução:

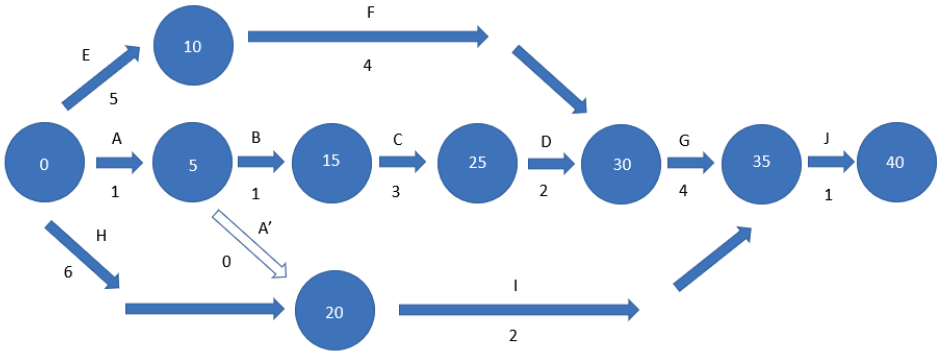


Figura 79 - Diagrama de Flechas

Fonte: Próprio autor (2020).

Tempos Mais Cedo:

Evento inicial: $Tc_0 = 0$

$$Tc_5 = 0 + 1 = 1$$

$$Tc_{10} = 0 + 5 = 5$$

$$Tc_{15} = 1 + 1 = 2$$

Como o evento 20 recebe duas atividades (H e A'), a comparação é:

Segundo a atividade H -> $Tc_{20} = 0 + 6 = 6$

Segundo a atividade – fantasma A' -> $Tc_{20} = 1 + 0 = 1$

Neste caso prevalece o maior: $Tc_{20} = 6$

$$Tc_{25} = 2 + 3 = 5$$

Como o evento 30 recebe duas atividades (D e F), a comparação é:

Segundo a atividade D -> $Tc_{30} = 5 + 2 = 7$

Segundo a atividade F -> $Tc_{30} = 5 + 4 = 9$

Neste caso prevalece o maior: $Tc_{30} = 9$

Como o evento 30 recebe duas atividades (G e I), a comparação é:

Segundo a atividade G -> $Tc_{35} = 9 + 4 = 13$

Segundo a atividade I -> $Tc_{35} = 6 + 2 = 8$

Neste caso prevalece o maior: $Tc_{35} = 13$

$Tc_{40} = 13 + 1 = 14$ -> este é o prazo ou a duração total do projeto.

É perceptível que as atividades que "imperaram" na determinação do prazo total foram E, F, G e J, que são, portanto, as atividades críticas. O caminho crítico é E – F – G – J. Entretanto, vamos checar por meio da rede, com os tempos dos eventos.

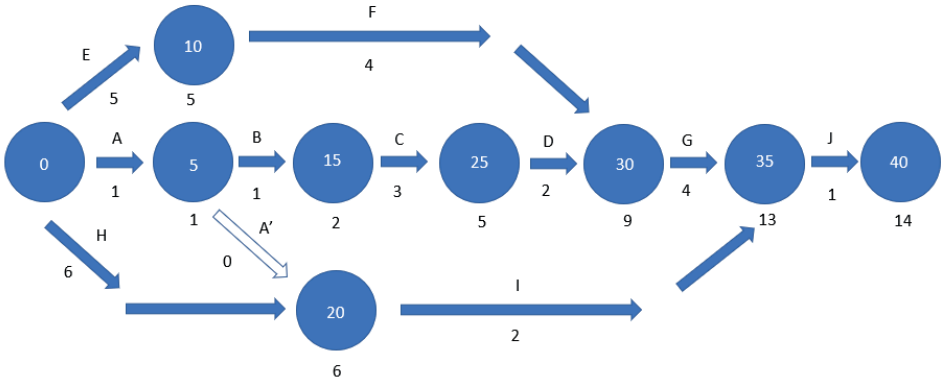


Figura 80 - Caminho crítico em diagrama de flechas

Fonte: Próprio autor (2020.

Tempos Mais Tarde:

Evento final: $Tt = Tc_{40} = 14$

$$Tt = 14 - 1 = 13$$

$$Tt_{30} = 13 - 4 = 9$$

$$Tt_{25} = 9 - 2 = 7$$

$$Tt_{20} = 13 - 2 = 11$$

$$Tt = 7 - 3 = 4$$

$$Tt_{10} = 9 - 4 = 5$$

Como do evento 5 partem duas atividades (A' e B), a comparação é:

Segundo a atividade B -> $Tt_5 = 4 - 1 = 3$

Segundo a atividade – fantasma A' -> $Tt_5 = 11 - 0 = 11$

Neste caso prevalece o menor: $Tt_5 = 3$

Como do evento 0 partem três atividades (A, E e H), a comparação é:

Segundo a atividade A -> $Tt_0 = 3 - 1 = 2$

Segundo a atividade E -> $Tt_0 = 5 - 5 = 0$

Segundo a atividade H -> $Tt_0 = 11 - 6 = 5$

Neste caso prevalece o menor: $Tt_0 = 0$

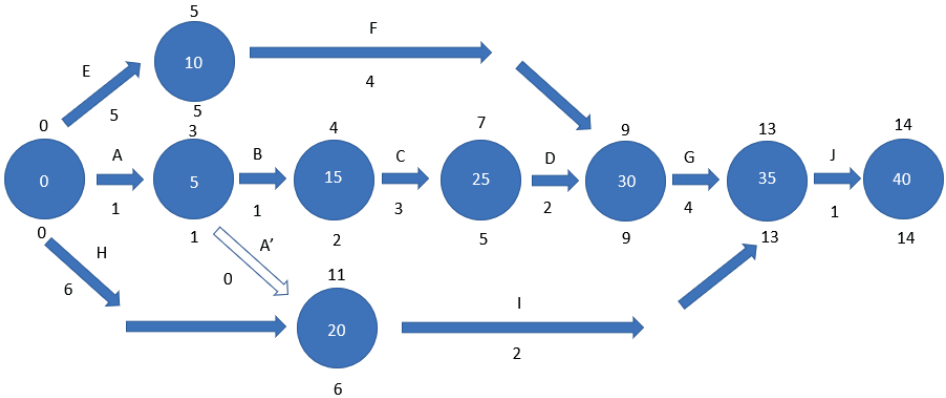


Figura 81 - Tempo Mais Tarde

Fonte: Próprio autor (2020).

Caminho crítico:

Um evento situa-se no caminho crítico se seus tempos Mais Cedo e Mais Tarde forem iguais, pois ele terá folga nula e, portanto, qualquer demora em satisfazê-lo violará automaticamente o tempo de ocorrência mais tarde permissível e o projeto será consequentemente atrasado.

Os eventos para os quais o Tempo Mais Cedo e o Tempo Mais Tarde coincidam são: 0, 10, 30, 35 e 40. Estes são os eventos críticos. As atividades críticas são, então, as atividades que ligam esses eventos:

Atividade 0 – 10 = Fornecimento de aço (E);

Atividade 10 – 30 = Preparação da armação (F);

Atividade 30 – 35 = Colocação da armação (G);

Atividade 35 – 40 = Concretagem (J).

O caminho crítico é a sequência E – F – G – J. Trata-se de um caminho do início ao fim do projeto. A rede com o traço representando o caminho crítico é mostrada na figura X e o cronograma, na figura Y:

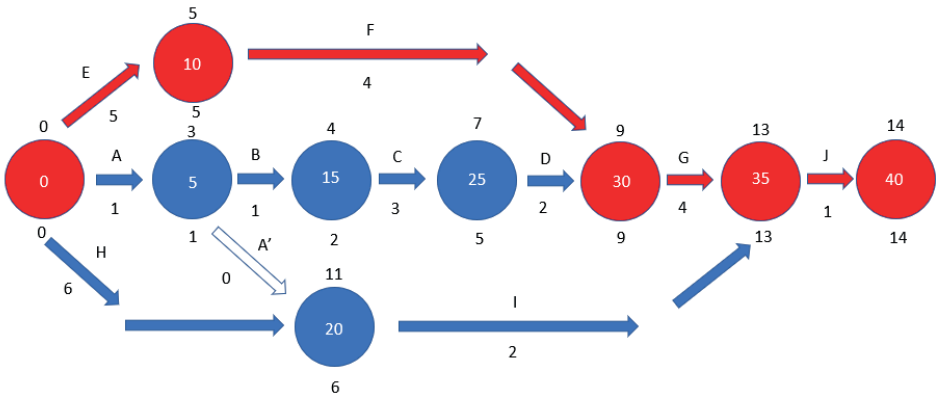


Figura 82 - Caminho Crítico

Fonte: Próprio autor (2020).

Figura 83 - Cronograma Mais Cedo

Fonte: Próprio autor (2020).

O caminho crítico é formado pelas atividades críticas e define o prazo da obra. As atividades críticas não têm folga, pois um dia de atraso em uma delas atrasa em um dia o prazo total do projeto. Já as atividades não críticas têm folga. Uma maneira de "ver" a folga é analisar o próprio cronograma de barras. Sabendo que as atividades críticas não podem variar de posição, procura-se identificar quanto cada uma das outras (A, B, C, D, H e I) pode "flutuar" no cronograma sem afetar a duração total.

Vindo do fim do projeto para o início, percebe-se que a atividade I pode "deslizar" cinco dias para a frente até "encostar" em J, pois I só abre caminho para J (I só é predecessora de J). Para H, o mesmo raciocínio: sua sucessora é I e então H pode avançar cinco dias

até encostar em I (a partir daí, já passaria a atrasar o projeto). D tem como sucessora G, havendo uma margem de dois dias para atraso. Para C, B e A, o mesmo procedimento e a conclusão de que as três possuem dois dias de folga.

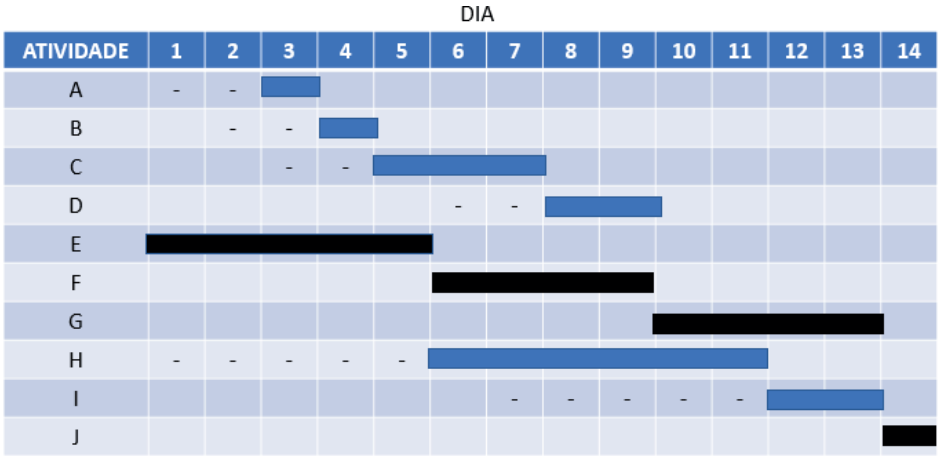


Figura 84 - Cronograma Mais Tarde

Fonte: Próprio autor (2020).

Interpretação do planejamento:

- *O caminho crítico é composto prioritariamente de atividades ligadas ao serviço armação.*
- *Um dia de atraso em qualquer das atividades críticas (E, F, G, J) atrasa o projeto.*
- *Um dia poupado em qualquer das atividades críticas (E, F, G, J) antecipa o projeto.*
- *Um dia de atraso em qualquer das atividades não críticas (A, B, C, D, H e I) não atrasa o projeto.*
- *Um dia de atraso em qualquer das atividades não críticas (A, B, C, D, H e I) não antecipa o projeto.*
- *A atividade individualmente mais longa (H) não está no caminho crítico.*
- *Para se reduzir o prazo de 14 dias, a solução está em eleger uma das atividades críticas e* tentar ganhar um dia (ou mais) em sua duração. Algumas medidas plausíveis seriam:

a. Procurar obter o aço de uma maneira mais rápida, seja por meio de um fornecedor mais expedito, seja por meio do empréstimo de barras de aço de alguma obra próxima.

b. Estender em algumas horas a jornada diária do preparo da armação a fim de que a duração seja um dia menor.

c. Criar mecanismos de aumento de produtividade para os armadores no preparo da armação. Poderia ser instituído um prêmio por redução de duração dessa atividade, por exemplo.

d. Dobrar a equipe de colocação da armação no interior das fôrmas para redução do prazo original de quatro dias.

- Esforços para reduzir a duração de uma atividade não crítica não trariam nenhum benefício em termos de prazo final.
- Para reduzir o prazo da obra, são inócuas medidas como colocar todas atividades em hora extra.
- Procurar acelerar a escavação com a colocação de mais recursos (pessoal ou equipamento) não acarreta redução de prazo da obra.
- A mobilização da betoneira (H) pode ser retardada em até cinco dias, situação na qual ela terminaria no dia 11 e I no dia 13, coincidindo com o término de G. Os cinco dias são a folga de H. Um atraso de seis dias em H excederia a folga permissível e colocaria H no caminho crítico, atrasando o projeto.
- Se a atividade A não se iniciar no dia 1, nem tudo está perdido: ela tem dois dias de folga, podendo se iniciar até o dia 3 sem atrasar a obra.
- Se, por exemplo, a escavadeira não tiver chegado à obra até o dia 4, o gerente precisa tomar providências para iniciar a escavação no dia seguinte (5), pois este é o último dia em que C pode começar sem atrasar o projeto.
- Supondo que seja necessário fazer uma modificação no projeto das fôrmas e que a tarefa D se desenrole até o dia 9, isso pode ser perfeitamente acomodado; como D tem dois dias de folga, ela pode se delongar até o dia 9 sem impactar o prazo da obra.
- Se o gerente da obra for informado de que há falta de aço no mercado e o fornecedor só garante entrega para o dia 8, existe um indício de que a obra irá atrasar três dias. O gerente deverá então tomar providências para agilizar a obtenção do aço, a fim de garantir que, no mais tardar, no dia 5 as barras estejam no canteiro.
- Se o gerente da obra for informado de que a betoneira que virá de outra obra não estará disponível na data marcada e sua mobilização levará oito dias em vez de seis, ele pode concluir que não haverá problemas de prazo, contanto que no máximo no dia 11 a betoneira esteja mobilizada e pronta para ser testada.

Vale lembrar que algumas dessas medidas envolvem acréscimo de custo de obra. O benefício desse aumento de custo em troca da redução do prazo deve ser avaliado pelo

gerente. Uma vantagem de reduzir o prazo de um projeto é a redução dos custos indiretos da obra.

Resumindo os tópicos do caminho crítico:

- Tempo Mais Cedo: é aquele a partir do qual as atividades que partem desse evento podem começar. Nenhuma atividade que nasça desse evento pode começar antes.
- Tempo Mais Tarde: é aquele até o qual as atividades que chegam ao evento devem terminar. Se alguma das atividades for concluída após esse limite, o projeto atrasará na mesma medida.
- Eventos Críticos: Tempo Mais Cedo = Tempo Mais Tarde
- Atividades Críticas: são aquelas que unem os eventos críticos. A sequência contínua de atividades críticas é o caminho crítico.

22.4 CURVA ABC

A curva ABC, também chamada de Classificação ABC ou Teorema de Pareto (em homenagem ao seu criador), nasceu quando Pareto percebeu que 80% da riqueza estava nas mãos de apenas 20% da população.

A curva ABC é uma forma de destacar os itens que mais pesam no custo total de uma obra ou de um serviço. Neste tipo de tabela ou gráfico, a coluna com maior importância é a que mostra o preço total dos itens descritos em planilha. Com esse tipo de ferramenta, o construtor consegue visualizar os materiais e serviços mais importantes caso precise diminuir os custos da obra. Há uma divisão em três classes quando se trata de curva ABC:

- Classe A: Situada no alto da tabela, é o grupo de materiais e serviços que mais pesam no orçamento– somados, seus preços totais equivalem à metade (50%) do custo da obra.
- Classe B: É o grupo intermediário, que representa 30% do custo total da obra. Negociar descontos nesses produtos e serviços rende economias menos significativas, mas ainda relevantes, no orçamento.
- Classe C: Em geral, o gestor da construção pode delegar a compra e contratação desses itens a quem lida com o dia a dia da obra. Variações de preço desses itens são menos relevantes no orçamento.

A curva ABC tem por finalidade as seguintes utilidades:

- Hierarquia de insumos e serviços
- Prioridade na negociação
- Atribuição de responsabilidades
- Avaliação de impactos

Exemplo: Elabore análise da curva ABC para as tarefas/gastos executadas em uma obra obedecendo o seguinte proporcionamento:

	A	B	C
CUSTO	60%	30%	10%
ITENS	25%	30%	40%

Tabela 18 - Dados para curva ABC

Fonte: Próprio autor (2020).

Item	Consumo (unidades/ano)	Custo (R$/unidade)
1010	450	2,35
1020	23.590	0,45
1030	12.025	2,05
1045	670	3,60
1080	25	150,00
2015	6.540	0,80
2035	2.460	12,00
2050	3.480	2,60
3010	1.250	0,08
3025	4.020	0,50
3055	1.890	2,75
5050	680	3,90
5070	345	6,80
6070	9.870	0,75
7080	5.680	0,35

Item	Consumo (unidades/ano)	Custo (R$/unidade)
1010	450 x 2,35	1.057,50
1020	23.590 x 0,45	10.615,50
1030	12.025 x 2,05	24.651,25
1045	670 x 3,60	2.412,00
1080	25 x 150,00	3.750,00
2015	6.540 x 0,80	5.232,00
2035	2.460 x 12,00	29.520,00
2050	3.480 x 2,60	9.048,00
3010	1.250 x 0,08	100,00
3025	4.020 x 0,50	2.010,00
3055	1.890 x 2,75	5.197,50
5050	680 x 3,90	2.652,00
5070	345 x 6,80	2.346,00
6070	9.870 x 0,75	7.402,50
7080	5.680 x 0,35	1988,00

Tabela 19 - Tabela de itens por consumo e custo

Fonte: Próprio autor (2020).

O valor total da somatória dos custos é de R$ 107.982,25.

Item	Valor consumido / Valor total	Percentual	Percentual acumulado
2035	29.520,00/107.982,25	27,34	27,34
1030	24.651,25/107.982,25	22,83	50,17
1020	10.615,50/107.982,25	9,83	60,00
2050	9.048,00/107.982,25	8,38	68,38
6070	7.402,50/107.982,25	6,86	75,23
2015	5.232,00/107.982,25	4,85	80,08
3055	5.197,50/107.982,25	4,81	84,89
1060	3750,00/107.982,25	3,47	88,36
5050	2.652,00/107.982,25	2,46	90,82
1045	2.412,00/107,982,25	2,23	93,05
5070	2.340,00/107.982,25	2,17	95,23
3025	2.010,00/107.982,25	1,86	97,09
7080	1988,00/107.982,25	1,84	98,93
1010	1.057,50/107.982,25	0,98	99,91
3010	100,00/107.982,25	0,09	100,00

Tabela 20 - Percentuais por item

Fonte: Petrônio Martins & Paulo Renato Alt Editora Saraiva (2011).

Esses dados precisam ser traduzidos em forma de um gráfico onde será correspondida a curva de indicação dos itens avaliados na curva ABC:

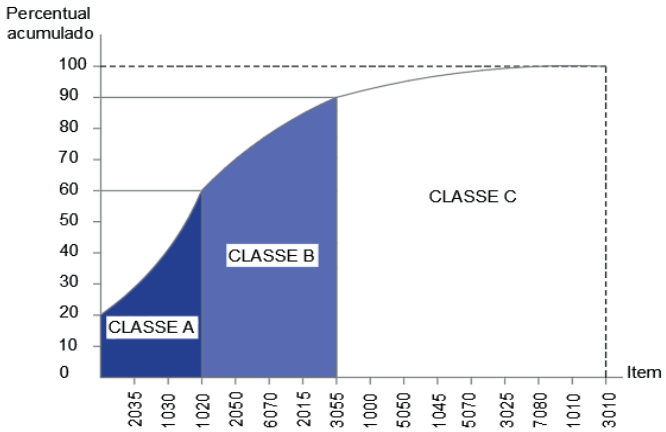


Figura 85 - Criticidade dos Itens de Estoque

Fonte: Adaptado de Petrônio Martins & Paulo Renato Alt Editora Saraiva

Compreende-se a classificação conforme:

- Classe A: itens cuja falta provoca a interrupção da produção de bens ou serviços e cuja substituição é difícil e sem fornecedor alternativo.
- Classe B: itens cuja falta não paralisa a produção de bens ou serviços.
- Classe C: os demais itens.

23.1 SELO CASA AZUL – CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

O Selo Casa Azul, pertencente a uma Instituição Financeira Nacional, entra no mercado com o objetivo de reconhecer os projetos de empreendimentos que demonstrem suas contribuições para a redução de impactos ambientais, onde há avaliação de alguns critérios, como qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão da água e práticas sociais.

Segundo Coelho (2010), ao se projetar uma habitação é preciso aproveitar ao máximo as condições oferecidas, sejam elas bioclimáticas ou geográficas locais, estimular as construções de baixo impacto ambiental, garantir as áreas permeáveis e arborizadas, adotar técnicas que proporcionem uso eficiente de água e energia, bem como adequação da gestão de resíduos. A habitação deve durar e ser adaptada às necessidades atuais e futuras dos usuários, propiciando um ambiente saudável, trazendo aos moradores saúde e bem-estar.

Os autores do Guia do Selo, John e Prado (2010), determinam assim os empreendimentos englobados por este selo:

O Selo se aplica a todos os tipos de projetos de empreendimentos habitacionais apresentados à CAIXA para financiamento ou nos programas de repasse. Podem se candidatar ao Selo as empresas construtoras, o Poder Público, empresas públicas de habitação, cooperativas, associações e entidades representantes de movimentos sociais. O método utilizado pela CAIXA para a concessão do Selo consiste em verificar, durante a análise de viabilidade técnica do empreendimento, o atendimento aos critérios estabelecidos pelo instrumento, que estimula a adoção de práticas voltadas à sustentabilidade dos empreendimentos habitacionais. Os níveis de gradação são:

Gradação	Atendimento mínimo
BRONZE	Critérios obrigatórios
PRATA	Critérios obrigatórios e mais 6 critérios de livre escolha
OURO	Critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha

Quadro 1 - Níveis de gradação do Selo Casa Azul

Fonte: John e Prado (2010).

Figura 86 - Logomarcas do Selo Casa Azul níveis Ouro, Prata e Bronze

Fonte: John e Prado (2010).

A adesão ao Selo é voluntária e quem quiser utilizá-lo deve manifestar o interesse em obtê-lo para que o projeto seja analisado sob a ótica deste instrumento.

Quanto aos pré-requisitos, segundo John e Prado (2010), coordenadores do guia de instruções do Selo, as linhas de crédito e programas operacionalizados pela Instituição Financeira Nacional reúnem um conjunto de requisitos fundamentais para gerar empreendimentos sustentáveis. A produção formal gera empregos, arrecada tributos e obrigações trabalhistas, promove a regularização fundiária e a ocupação ordenada nas cidades brasileiras. Os empreendimentos financiados são dotados de infraestrutura básica, vias de acesso a serviços urbanos de transportes públicos e coleta de lixo.

Os autores ressaltam ainda que, neste contexto, o projeto candidato ao Selo Casa Azul deve possuir, como pré-requisito, o atendimento às regras dos programas operacionalizados pela Instituição Financeira Nacional de acordo com a linha de financiamento ou produto de repasse. Também é necessário que o proponente apresente os documentos obrigatórios em cada caso, como projetos aprovados pela Prefeitura, declaração de viabilidade de atendimento das concessionárias de água e energia, alvará de construção, licença ambiental e demais documentos necessários à legalização do empreendimento, por exemplo.

“Além disso, todos os projetos candidatos ao Selo devem atender às regras da Ação Madeira Legal e apresentar, até o final da obra, o Documento de Origem Florestal (DOF) e a declaração informando o volume, as espécies e a destinação final das madeiras utilizadas nas obras” (JOHN e PRADO, 2010).

Em relação à acessibilidade, John e Prado (2010) relatam que o projeto deve

contemplar as condições descritas na NBR 9050 (ABNT, 2015), além de atender ao percentual mínimo de unidades habitacionais adaptadas, conforme legislação municipal ou estadual. No caso de ausência de legislação específica, os empreendimentos devem contemplar o percentual mínimo de 3% de unidades habitacionais adaptadas.

O Selo Casa Azul possui 53 critérios de avaliação, distribuídos em seis categorias que orientam a classificação de projeto, como pode ser visto no quadro 2:

QUADRO RESUMO – CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO			
CATEGORIAS/CRITÉRIOS	CLASSIFICAÇÃO		
1. QUALIDADE URBANA	**BRONZE**	**PRATA**	**OURO**
1.1 Qualidade do Entorno - Infraestrutura	obrigatório	critérios obrigatórios + 6 itens de livre escolha	critérios obrigatórios + 12 itens de livre escolha
1.2 Qualidade do Entorno - Impactos	obrigatório		
1.3 Melhorias no Entorno			
1.4 Recuperação de Áreas Degradadas			
1.5 Reabilitação de Imóveis			
2. PROJETO E CONFORTO			
2.1 Paisagismo	obrigatório		
2.2 Flexibilidade de Projeto			
2.3 Relação com a Vizinhança			
2.4 Solução Alternativa de Transporte			
2.5 Local para Coleta Seletiva	obrigatório		
2.6 Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos	obrigatório		
2.7 Desempenho Térmico - Vedações	obrigatório		
2.8 Desempenho Térmico - Orientação ao Sol e Ventos	obrigatório		
2.9 Iluminação Natural de Áreas Comuns			
2.10 Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros			
2.11 Adequação às Condições Físicas do Terreno			
3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA			
3.1 Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas	obrigatório p/ HIS - até 3 s.m.		
3.2 Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns	obrigatório		
3.3 Sistema de Aquecimento Solar			
3.4 Sistemas de Aquecimento à Gás			
3.5 Medição Individualizada - Gás	obrigatório		
3.6 Elevadores Eficientes			
3.7 Eletrodomésticos Eficientes			
3.8 Fontes Alternativas de Energia			
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS			
4.1 Coordenação Modular			
4.2 Qualidade de Materiais e Componentes	obrigatório		
4.3 Componentes Industrializados ou Pré-fabricados			
4.4 Formas e Escoras Reutilizáveis	obrigatório		

QUADRO RESUMO – CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO			
CATEGORIAS/CRITÉRIOS	CLASSIFICAÇÃO		
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS	**BRONZE**	**PRATA**	**OURO**
4.5 Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	obrigatório	critérios obrigatórios + 6 itens de livre escolha	critérios obrigatórios + 12 itens de livre escolha
4.6 Concreto com Dosagem Otimizada			
4.7 Cimento de Alto-Forno (CPIII) e Pozolânico (CP IV)			
4.8 Pavimentação com RCD			
4.9 Facilidade de Manutenção da Fachada			
4.10 Madeira Plantada ou Certificada			
5. GESTÃO DA ÁGUA			
5.1 Medição Individualizada - Água	obrigatório		
5.2 Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga	obrigatório		
5.3 Dispositivos Economizadores - Arejadores			
5.4 Dispositivos Economizadores - Registro Regulador de Vazão			
5.5 Aproveitamento de Águas Pluviais			
5.6 Retenção de Águas Pluviais			
5.7 Infiltração de Águas Pluviais			
5.8 Áreas Permeáveis	obrigatório		
6. PRÁTICAS SOCIAIS			
6.1 Educação para a Gestão de RCD	obrigatório		
6.2 Educação Ambiental dos Empregados	obrigatório		
6.3 Desenvolvimento Pessoal dos Empregados			
6.4 Capacitação Profissional dos Empregados			
6.5 Inclusão de trabalhadores locais			
6.6 Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto			
6.7 Orientação aos Moradores	obrigatório		
6.8 Educação Ambiental dos Moradores			
6.9 Capacitação para Gestão do Empreendimento			
6.10 Ações para Mitigação de Riscos Sociais			
6.11 Ações para a Geração de Emprego e Renda			

Quadro 2 - Resumo Categorias, Critérios e Classificação

Fonte: John e Prado (2010).

O nível Bronze do Selo será concedido somente aos empreendimentos cujo valor de avaliação da unidade habitacional não ultrapassar os limites do Quadro 3.

Os projetos de empreendimentos com valores de avaliação superiores aos limites do Quadro 3 deverão se enquadrar, no mínimo, no nível Prata.

Localidades	Valor de Avaliação da unidade habitacional
Distrito Federal cidades de São Paulo e Rio de Janeiro municípios com população igual ou superior a 1 milhão de habitantes integrantes das regiões metropolitanas dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro	Até R$ 130.000,00
Municípios com população igual ou superior a 250 mil habitantes Região Integrada do Distrito Federal e Entorno – RIDE/DF nas demais regiões metropolitanas e nos municípios em situação de conurbação com as capitais estaduais (exceto Rio de Janeiro e São Paulo)	Até R$ 100.000,00
Demais municípios	Até R$ 80.000,00

Quadro 3 - Limites de Avaliação e localidades para o Selo Casa Azul nível bronze

Fonte: John e Prado (2010).

“Para obter o Selo, o proponente deverá manifestar o interesse de adesão ao Selo Casa Azul e apresentar os projetos, a documentação e informações técnicas completas referentes aos critérios a serem atendidos pelo projeto”. (JOHN E PRADO, 2010)

Toda a documentação necessária para análise deverá ser datada e assinada pelo representante legal e por um responsável técnico pelos projetos. Segundo John e Prado (2010), quando necessário, a Instituição Financeira Nacional solicitará a correção e/ou complementação da documentação. Durante a obra, o proponente deverá executar todos os itens previamente mencionados no projeto, de acordo com as especificações apresentadas e aprovadas pela CAIXA, implantar as práticas sociais previstas em projeto e divulgar aos usuários os itens incorporados ao projeto, assim como orientar os moradores sobre manutenção, reposição e uso dos dispositivos/equipamentos. Qualquer alteração do projeto durante a obra, referente aos critérios definidos para a obtenção do Selo, deverá ser comunicada à Instituição Financeira Nacional.

“O atendimento aos itens propostos em projeto será verificado também no curso do acompanhamento da obra, durante as medições mensais ou em vistorias específicas” (JOHN e PRADO, 2010).

A não conformidade entre projeto e execução da obra será informada no Relatório de Acompanhamento do Empreendimento, e a correção será solicitada pela CAIXA por meio de ofício, contendo o prazo para apresentação de justificativa e correção dos itens não conformes. Caso a inconformidade apontada não seja solucionada, a Instituição Financeira Nacional poderá suspender a autorização do uso da logomarca do Selo Casa Azul.

No caso de o proponente desistir do Selo, o guia prevê que o solicitante deverá dirigir-se por escrito à Instituição Financeira Nacional antes da contratação do empreendimento, mediante comunicação. A desistência do Selo pode incorrer na substituição de todos os documentos do processo e nova análise de engenharia, considerando a modificação de projetos e exclusão de itens já previstos em orçamento e cronograma. Não haverá devolução de taxa de análise.

Segundo John e Prado (2010), a Instituição Financeira Nacional fornecerá o material de apoio aos proponentes do Selo Casa Azul e prestará as orientações sobre o preenchimento da documentação. Também será responsável pela análise dos projetos candidatos ao Selo e pela emissão do certificado. As obras serão vistoriadas com o objetivo de verificar se todos os critérios foram atendidos. A verificação do atendimento dos critérios do Selo será realizada concomitantemente à análise de viabilidade técnica da proposta. Nesta fase, o proponente poderá fazer os ajustes necessários na documentação para atendimento aos critérios do Selo, se for o caso. Entretanto, é importante que o proponente apresente a documentação completa para reduzir os prazos de análise.

“Os formulários necessários aos projetos candidatos ao Selo poderão ser retirados na CAIXA, e o proponente poderá solicitar orientações para a elaboração dos projetos e o preenchimento da documentação” (JOHN e PRADO, 2010). De posse da documentação

completa, o proponente deverá encaminhar à unidade da Instituição Financeira Nacional de vinculação do empreendimento.

Após aprovação do projeto, a Instituição Financeira Nacional informará ao proponente a gradação alcançada pelo projeto. Na contratação da proposta, será emitido um certificado de concessão do Selo Casa Azul CAIXA contendo o nível alcançado: Bronze, Prata ou Ouro. Não haverá despesas para o proponente na concessão do Selo, apenas será cobrada uma taxa de análise de projeto candidato ao Selo Casa Azul, emitida na entrega da documentação para cobertura dos custos da análise técnica, conforme a equação 1, sendo n = número de unidades. Não haverá taxas de vistorias extras.

$$\text{Taxa} = 40{,}00 + 7\,(n-1) \text{ limitada a R\$ } 328{,}00$$

Equação 1: Cálculo dos custos de análise técnica

"Os projetos de empreendimentos que receberem o Selo poderão fazer o uso da logomarca em material publicitário de venda das unidades, tais como folders, placa de obra, anúncios em jornais, revistas e outros meios de comunicação". (JOHN e PRADO, 2010)

Segundo o guia do Selo, após a conclusão das obras os empreendimentos poderão instalar placa metálica, divulgando o nível de gradação do Selo atingido pelo projeto, conforme modelo disponível no site da CAIXA. O material publicitário do empreendimento deve explicitar o nível do Selo obtido pelo projeto, com uma breve descrição dos itens de sustentabilidade que compõem o empreendimento. Os modelos de representação do nível do Selo, de logomarca e de placa de obra estão disponíveis no site do Banco Federal Brasileiro. Os projetos que conquistarem o Selo Casa Azul serão divulgados pela Instituição Financeira Nacional, que dará publicidade aos critérios atendidos.

MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

A indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) passa atualmente por um processo evolutivo que engloba não só as fases de execução de obras em si, mas principalmente as etapas de planejamento e desenvolvimento de projetos. Além da busca por novas tecnologias de execução e novos materiais, as incorporadoras e clientes buscam projetos otimizados e precisos a fim de minimizar as falhas e incompatibilidades, que às vezes são detectadas apenas durante a fase de construção.

Segundo Campestrini et. al (2015), após a aprovação da viabilidade de um empreendimento, inicia-se o desenvolvimento dos projetos envolvendo diferentes profissionais responsáveis pelas diferentes disciplinas envolvidas (arquitetura, estruturas, elétrico, hidrossanitário). Nesta etapa, geralmente acontecem inúmeras reuniões para compatibilização dos projetos, as quais consomem tempo e geram retrabalho para os projetistas de todas as áreas. Além disso, a crescente complexidade dos edifícios requer um processo de comunicação, colaboração e coordenação mais sofisticado. Para melhorar a eficiência desse processo é necessária a construção de um modelo único onde exista interoperabilidade e uma melhor troca de informações entre os profissionais e as disciplinas envolvidas. Para isso surgiu o *Building Information Modeling* (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção.

O BIM embasa-se em pesquisas sobre projetos auxiliados por tecnologias computacionais, no entanto, por ser um conceito muito abrangente com vasta gama de aplicações, não possui uma definição universal. O *Manual BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores*, uma das bibliografias mais relevantes na área, o define como uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de edificações (EASTMAN et al, 2014). A equipe de Mortenson, construtora norte-americana fundada em 1954, destaca seis características necessárias ao BIM, que deve ser:

- Digital
- Espacial (3D)
- Mensurável (quantificável, dimensionável e consultável)
- Abrangente (incorporando e comunicando os objetivos de projeto, o desempenho da construção, a construtibilidade, além de incluir aspectos sequenciais e financeiros de meios e métodos)
- Acessível (a toda a equipe do empreendimento e ao proprietário por meio de uma interface interoperável e intuitiva)
- Durável (utilizável ao longo de todas as fases da vida de uma edificação)

Uma definição mais simplista descreve o BIM como processos e métodos que visam integrar as inovações tecnológicas advindas da Indústria 4.0 com o setor da construção civil. Desta forma, entende-se que BIM vai muito além dos softwares que utilizam essa tecnologia, pois envolve também pessoas e novos métodos e mentalidades de trabalho.

Ainda segundo Eastman et al. (2014), a partir do BIM é possível desenvolver modelos virtuais de edificações que contenham suas informações geométricas, além dos dados necessários para dar suporte à sua construção. Se implementado de forma correta, o BIM facilita a integração entre projeto e construção, o que auxilia na redução de prazos e custos além de melhorias de qualidade. Adicionalmente a estas vantagens, o BIM ainda é capaz de trazer benefícios como: projetos mais sustentáveis, menor necessidade de recursos humano, e maior criatividade para soluções inovadoras por parte da equipe de projeto facilitada pela visualização 3D (YAN; DAMIAN, 2008).

A plataforma BIM baseia-se em um conjunto de processos baseados em um único modelo virtual, paramétrico e tridimensional da edificação a ser construída. Para Eastman et. al (2011), quando concluído, este modelo (*building information model*) carrega informações geométricas precisas e relevantes para a geração de projetos, aquisição de materiais, detecção de interferências multidisciplinares e até mesmo manutenção e demolição da edificação. O modelo é construído através de objetos virtuais tridimensionais correspondentes aos componentes da edificação. Tais objetos vão além da representação geométrica, eles são inteligentes, paramétricos e se relacionam com o ambiente modelado a sua volta. O resultado é um modelo preciso e totalmente funcional daquilo que será executado. Segundo Khemlani et. al (2006), quantitativos e propriedades dos materiais podem ser rapidamente extraídos, escopos de trabalho facilmente isolados e documentos relacionados à obra totalmente compatibilizados entre si, o que não seria possível com o modelo de projeto tradicional em CAD (*Computer Aided Design*).

Para Carmona e Irwin (2007), a construção do modelo BIM pode ser realizada de forma colaborativa contando com a participação de diferentes profissionais simultaneamente. À medida em que o modelo é desenvolvido, a equipe de projetistas é capaz de ajustá-lo e até mesmo modificá-lo de acordo com as especificações do cliente, que consegue visualizar a obra antes mesmo do início da execução. A construção desse modelo tridimensional é feita através do uso de softwares baseados no conceito BIM, como o Revit®, da Autodesk, o ArchiCAD, da Graphisoft e o Model Viewer ™, da Solibri.

O surgimento das diferentes disciplinas de um projeto acabou segmentando o processo de desenvolvimento e afastando os projetistas, o que prejudicou a comunicação e integração entre equipes. Partindo deste princípio, surge a compatibilização de projetos com o objetivo de analisar as diversas plantas que constituem uma edificação, ou seja, uma ferramenta de aproximação dos profissionais envolvidos. Além disso, a compatibilização integra as soluções desde a arquitetura até as instalações, tornando possível a checagem das interferências entre os projetos antes da execução da obra. Incluir esse processo na

rotina da construção civil é uma forma de reduzir custos com retrabalhos, desperdícios de materiais e atrasos no cronograma (GONÇALVES, 2017).

Picchi (1993) define a compatibilização como a atividade de sobrepor os vários projetos e identificar as interferências, bem como a reunião dos diferentes projetistas com o objetivo de resolvê-las.

Segundo Manzione (2013), no universo BIM esse processo é bastante facilitado e é denominado *clash detection* ou detecção de interferências. Esse processo depende de softwares secundários específicos como o Navisworks®, da Autodesk, o Model Checker ™, da Solibri, entre outros.

A detecção de interferências é classificada, por ele, em duas categorias: aquelas baseadas na geometria e as baseadas na verificação de regras. De acordo com o autor, a detecção de interferências baseadas na geometria consiste na análise cruzada das disciplinas para a identificação de intersecções geométricas entre os objetos 3D. A detecção de interferências baseadas em regras consiste na verificação de requisitos e normas pré-estabelecidos, sendo assim mais complexa. Alguns exemplos, segundo o autor, seriam tubulações que não podem cruzar determinados cômodos ou elementos que precisam manter uma distância mínima entre eles.

A plataforma BIM depende do uso de softwares específicos, mas é muito importante entender que não é apenas isso. Para Hardin (2009), BIM é mais do que apenas o uso de modelos tridimensionais inteligentes, mas um conjunto de processos, gerenciados com o auxílio de um software, que geram mudanças significantes no fluxo de trabalho de desenvolvimento e entrega de projetos. Segundo Glick e Guggemos (2009), a plataforma é uma nova abordagem que integra pessoas, práticas, sistemas e modelos de negócios em um processo colaborativo para reduzir desperdício e otimizar a eficiência ao longo do ciclo de vida de um projeto.

Apesar dos inúmeros benefícios com relação a compatibilização de projetos complementares, o uso do BIM ainda é escasso para esse fim. Acredita-se que o atraso esteja ligado à falta de pesquisas mais específicas sobre o assunto, já que as publicações de trabalhos científicos estão mais voltadas para a conceituação da tecnologia de forma geral ou apenas para a disciplina de Arquitetura (COSTA 2014). Outro gargalo seria o desenvolvimento de bibliotecas de objetos paramétricos voltadas para os sistemas prediais (elétrico e hidrossanitário). Fora do Brasil, esse universo é bastante rico e já conta com ótimas bibliotecas, mas aqui poucos fabricantes estão preocupados em desenvolver objetos com as características e informações necessárias às disciplinas complementares (CATELANI, 2016).

Catelani (2016) defende ainda que essa ferramenta é o futuro da indústria AEC, e que da mesma forma que o CAD substituiu as pranchetas, o BIM tem enorme potencial para ser a tecnologia sucessora.

Apesar das inúmeras vantagens que se pode obter através do BIM, algumas melhoras

ainda se fazem necessárias para que essa tecnologia atinja seu potencial máximo. Uma das características primordiais do BIM é exigir uma parceria trabalhista com profissionais de áreas diferentes no âmbito construtivo. Para que isso ocorra, se faz necessário que haja interoperabilidade entre as ferramentas computacionais utilizadas por esses profissionais, o que garantirá eficiência no transporte de informações dos envolvidos no projeto.

Segundo Eastman, Teicholz, Sacks e Liston (2014), a definição de interoperabilidade é uma representação da necessidade de se transferir dados sem que nenhuma informação seja perdida no caminho, entre o intercâmbio de arquivos. Ainda segundo estes autores – que desenvolveram uma das bibliografias mais consolidadas e pioneiras na área – são premissas básicas para que uma ferramenta computacional seja considerada pertencente ao universo BIM: que ela apresente modelagem orientada a objetos, possua objetos paramétricos e seja interoperável.

Por outro lado, Freire, Martha e Sotelino (2015) destacam a necessidade do desenvolvimento de softwares que abranjam todas as necessidades presentes e futuras da indústria construtiva, a nível global, de diferentes áreas e disciplinas. Essa demanda por novos e melhores instrumentos computacionais estimularam diferentes empresas desenvolvedoras de softwares à criação de várias ferramentas específicas que trabalham com arquivos nos mais variados formatos e versões, dificultando a comunicação entre as plataformas de programação de projetos. A partir desta necessidade de comutar informações, criou-se então um formato padrão de comunicação de domínio público, o *Industry Foundation Classes* (IFC). Desta forma, disponibilizou-se para as companhias tecnológicas um mecanismo global de interoperabilidade entre os softwares (ANDRADE e RUSCHEL, 2009).

Andrade e Ruschel (2009) apresentam a ideia de que, no caminho a atender aos requisitos de padrões BIM por intermédios da interoperabilidade, tem se encontrado alguns empecilhos da não comunicação de tarefas desenvolvidas na interface técnica, como a de identificar a função de objetos transferidos de uma plataforma a outra. Um exemplo disso seria uma peça hidráulica que venha a ser identificada em outro software como um elemento sem categoria definida, o que vai de encontro com a definição de interoperabilidade e dos objetivos do IFC.

Almeida (2015) expressa que o IFC é um dos únicos modelos de conversão, importação e exportação de informações suficientes desenvolvidas para a abertura de projetos e desenhos em software BIM, tornando-o padrão em todo o mundo e sendo reconhecido como padrão pela ISO 16739 (2013). No intuito de melhorar o padrão de conversão IFC, vêm sendo feitas atualizações de acordo com as necessidades de melhoras identificadas pelos usuários, com esforços para reduzir a perda de informações. Sua versão mais moderna é o IFC 4.

O modelo IFC apresenta uma estrutura hierárquica por módulos. Cada módulo agrupa uma série de entidades onde são definidos conceitos. As entidades dos módulos

superiores de cariz mais específico referenciam uma ou mais entidades dos módulos inferiores mais genéricos. As entidades IFC definem objetos, relações e propriedades (MARCONDES, 2016).

Para que se possa estudar a interoperabilidade entres softwares considerados BIM por seus desenvolvedores, é necessário que haja profundo entendimento sobre as versões e tipos de IFC, que será o formato de arquivo base para o trabalho. Além das versões do IFC, existem também os formatos do IFC. A Tabela 21 fornece informações sobre os formatos de IFC disponíveis na ferramenta BIM para desenvolvimento de projetos arquitetônicos, estruturais, elétricos, hidrossanitários e mecânicos da Autodesk, o Revit. Esta é uma das ferramentas BIM mais difundidas no país e no mundo.

Formatos de arquivos IFC gerados pelo Autodesk Revit	
Formato	Descrição do Uso
IFC	Este é o formato de troca IFC padrão e usa a estrutura de arquivo físico STEP de acordo com a ISO 10303-21. Este formato de arquivo tem extensão .ifc e é o formato IFC mais usado.
IFC XML	É uma versão em formato de arquivo XML (criação de documentos com dados organizados hierarquicamente, tais como textos, banco de dados ou desenhos vetoriais) da IFC que pode ser gerada de acordo com a estrutura ISO 10303-28.
IFC Compactado	Uma versão compactada ZIP do IFC, em que um desses arquivos se encontra no diretório principal do arquivo zip.
IFC XML Compactado	Uma versão compactada ZIP do IFC XML, em que um desses arquivos se encontra no diretório principal do arquivo zip.

Tabela 21 - Formatos de Arquivos IFC de importação e exportação disponíveis no Autodesk Revit

Fonte: Adaptado de Autodesk (2019).

Motivado pelas inúmeras vantagens do BIM, apesar das possibilidades de melhorias destacadas, e espelhando-se em países desenvolvidos que já fazem usos complexos de sistemas BIM, o Governo Federal lançou em 2018 a Estratégia Nacional de Disseminação BIM – Estratégia BIM BR com o objetivo de incentivar o desenvolvimento do setor da construção civil, promover maior economicidade para as compras públicas com mais transparência em processos licitatórios, além de auxiliar na otimização de processos de manutenção e gerenciamento de ativos (BRASIL, 2018). Como consequência, o decreto nº 9.377 foi publicado em 17 de maio de 2018, e posteriormente foi revogado pelo decreto nº 9.983 de 22 de agosto de 2019. Este último foi complementado com o nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Eles passarão a demandar a utilização de BIM em obras públicas a partir do ano de 2021 (BRASIL, 2019). A partir desta exigência, além das inúmeras vantagens associadas ao BIM, empresas do setor da construção se vêm pressionadas a iniciar o processo de implantação BIM.

Como há várias possibilidades de aplicações BIM, com vários níveis de robustez e complexidade, a Estratégia BIM BR divide sua implementação em etapas. A partir de 2021, será exigido uso do BIM na elaboração de modelos tridimensionais, com funcionalidades de verificação de interferências, extração de quantitativos, e geração de documentação gráfica oriunda do modelo. No ano de 2024, serão adicionados o planejamento, orçamento, e modelo "*as built*". Por fim, em 2028, o BIM abrangerá todo o ciclo de vida da edificação, desde reformas até manutenção do empreendimento (BRASIL, 2019).

No entanto, este processo requer um bom planejamento de acordo com as necessidades e objetivos de cada empresa a fim de que se possa alcançar as tão almejadas vantagens. Com o intuito de auxiliar empresas e escritórios na implementação BIM, guias e recomendações vem sendo desenvolvidos. Dentre eles, destaca-se o *Penn State University BIM Project Execution Planning Guide* (PSUBPEPG*),* que é um guia instrutivo sobre procedimentos eficientes de implantação desenvolvido pela Penn State University. Adicionalmente, este guia fornece um modelo do *BIM Execution Plan* (BEP) além de instruções sobre como preenchê-lo.

Um dos primeiros passos para implementação BIM é justamente o desenvolvimento deste documento. Ele pode ser visto como um planejamento para os futuros usos do BIM. Nele são descritos os objetivos e usos do BIM para cada etapa do projeto, incluindo o fluxo de trabalho, informações inseridas pelos stakeholders e estrutura necessária (HADZAMAN et al., 2016).

Um estudo desenvolvido em 2015 por Cornetet e Florio analisou o processo de implantação BIM em três escritórios de arquitetura na cidade de Porto Alegre. O estudo constatou que todos os escritórios enfrentavam problemas, em diferentes níveis, devido à não elaboração do BEP. Alguns dos problemas listados pelos autores foram: tentativas frustradas de utilização de BIM em alguns projetos, falta de famílias adequadas, e sub utilização dos softwares, comprovada pela utilização em paralelo de ferramentas BIM e CAD. "Notou-se claramente que essas ações não foram bem planejadas, ao contrário, são casuais, sem a devida programação e argumentação de um plano de trabalho com as novas tecnologias" (CORNETET; FLORIO, 2015, p.3).

Com a intenção de evitar os problemas listados por Cornetet e Florio e levando em conta a afirmação de Pruskova e Kaise (2019) de que um BEP bem elaborado facilita implantação da tecnologia BIM de forma bem-sucedida em todos os processos envolvidos no ciclo de uma construção, percebe-se a necessidade de se fazer um bom planejamento para adoção BIM. Para isso, muitos profissionais e pesquisadores da área recomendam o *BIM Project Execution Planning Guide*.

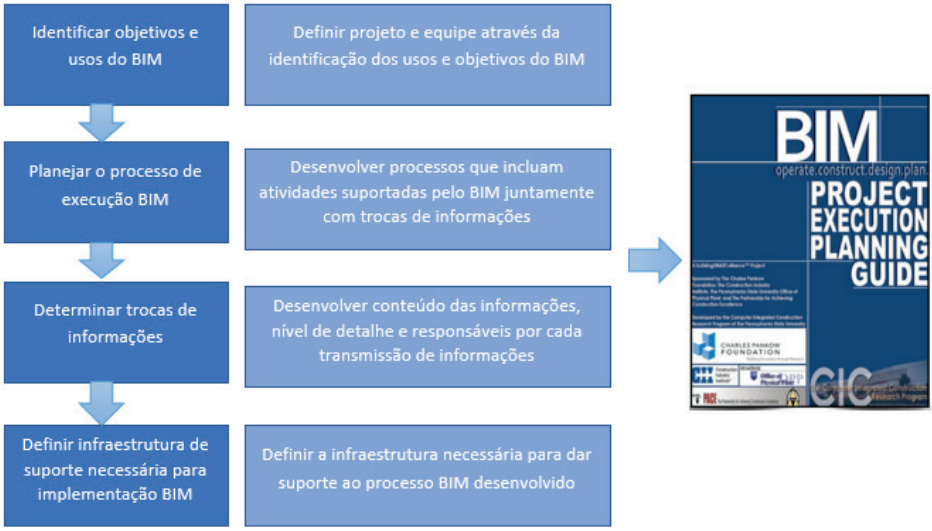


Figura 87 – Fluxograma das etapas de implantação BIM

Fonte: adaptado de Messner et al. (2019).

A Figura 87 representa o fluxograma proposto pelo *BIM Project Execution Planning Guide,* onde deve-se primeiramente identificar os objetivos e usos do BIM, para em seguida planejar seu processo de execução. Posteriormente, deve-se determinar as trocas de informações, para finalmente se definir a infraestrutura de suporte necessária.

ANEXOS

Tabela 9 - Orçamento baseado nas análises das planilhas do Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA							
Item	**Serviços**	**Unidades**	**Quantidade**	**Custo unitário**	**Custo Total**	**Peso (%)**	**Especificações - Descrição de características de materiais e serviços**
01.01	**SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS**				**1.500,00**	**1,40**	**Descrever todos serviços preliminares necessários para realizar a obra.**
01.01.01		vb	1	1500	1500,00	1,40	
01.02	**INFRAESTRUTURA**				**6.821,09**	**6,36**	**Relacionada à limpeza do terreno, processos para execução da fundação e viga baldrame.**
02230.8.3.1	Limpeza do terreno	m²	270	3,63	980,78	0,91	Considera-se a área total do lote.
02595.8.1.1	Locação de obra	m²	62,88	6,06	381,10	0,36	Utilizou-se somente a área da edificação.
02315.8.1	Escavação da vala da tubulação de esgoto	m³	1,85290038	58,12	107,69	0,10	Considera-se a profundidade de 60 cm e largura variou de acordo com o diâmetro da tubulação.
02315.8.1	Escavação da vala de tubulação de água pluvial	m³	0,48576	58,12	28,23	0,03	Considera-se a profundidade de 30 cm e largura variou de acordo com o diâmetro da tubulação.
02465.8.1	Estaca tipo broca	m	77	39,27	3.023,92	2,82	São 22 brocas de concreto armado com profundidade: 3,5 m e diâmetro: 20 cm.
02315.8.1	Escavação do solo para viga baldrame	m³	5,188	58,12	301,53	0,28	Considera-se que a profundidade da escavação seja de 50 cm, devido ao lastro de concreto e a alvenaria de embasamento.
02470.8.1.3	Alvenaria de embasamento	m³	1,0376	622,41	645,81	0,60	Considera-se 20 cm de profundidade.
03310.8.1	Concretagem da viga baldrame	m³	3,1128	356,46	1.109,58	1,03	Considerando que a baldrame tenha 30 cm de altura e 20 cm de largura.
07110.8.5.1	Impermeabilização da viga baldrame	m²	25,94	9,347	242,46	0,23	Usa-se a metade das faces laterais e toda a superfície superior para impermeabilização.
01.03	**SUPRAESTRUTURA**				**15.550,24**	**14,49**	**Execução de fôrmas e concretagem de pilares, vigas, lajes, e estruturas de madeira e metálicas.**

03310.8.1	Concreto (pilar, vigas)	m³	3,18156	356,46	1.134,09	1,06	Considerou-se 17 pilares com área de 360 cm² e altura de 2,7 ; e as vigas têm largura de 14 cm, e padronizou-se a altura, que foi de 30 cm.
03110.8.I	Fôrma viga	m²	62,23	35,74	2.223,95	2,07	Fôrma de madeira com 5 reaproveitamentos.
03110.8.I	Fôrma pilar	m²	30	41,38	1.241,44	1,16	Fôrma de madeira com 5 reaproveitamentos.
03320.8.1	Armadura	kg	629,436	8,15	5.131,35	4,78	Considerando que para cada 1 m³ de concreto, utiliza-se 80 kg de aço.
034154.1.1	Laje de forro	m²	53,43	108,92	5.819,42	5,42	
01.04	**PAREDES E PAINEIS**				**15.840,06**	**14,76**	**Relacionada à execução da alvenaria, vergas e contravergas.**
04211.5.2.	Alvenaria em tijolo furado	m²	155,64	98,32	15.302,92	14,26	Tijolo cerâmico furado assentado com argamassa de 1 cm de espessura.
04085.8.4	Vergas e contravergas de concreto	m	21,6	24,87	537,14	0,50	
01.05	**ESQUADRIAS**				**12.395,46**	**11,55**	**Exposição dos tipos de portas e janelas utilizadas nos ambientes.**
08110.8.3.1	Porta de abrir uma folha	m²	3,36	641,87	2.156,69	2,01	Dimensões: 0,8 m x 2,1 m, material: aço.
08210.8.7.15	Porta de abrir uma folha	m²	3,36	105,25	353,62	0,33	Dimensões: 0,8 m x 2,1 m, material: madeira.
01.05.02	Porta integrada veneziana	conj	1	5621,06	5.621,06	5,24	Dimensões: 1,6 m x 2,1 m, material: alumínio.
08120.8.1.1	Porta de correr duas folhas	m²	3,15	601,76	1.895,54	1,77	Dimensões: 1,5 m x 2,1 m, material: alumínio.
08520.8.1.1	Janela basculante	m²	0,6	560,86	336,52	0,31	Dimensões: 1 m x 0,6 m x 1,5 m, material: alumínio.
08530.8.1.3	Janela de correr quatro folhas	uni	2	1016,01	2.032,03	1,89	Dimensões: 1,5 m x 1 m x 1 m, material: aço.
01.06	**COBERTURA**				**7.419,56**	**6,91**	**Execução da toda estrutura da cobertura, atentando-se para a telha utilizada.**
07320.8.3.1	Telha cerâmica	m²	74,13	42,19	3.127,17	2,91	As dimensões são 1,5 cm x 5 cm das ripas, terças de 6 cm x 12 cm e caibros 5 cm x 6 cm.
06110.8.I.4	Estrutura telhado	m²	74,13	50,77	3.763,28	3,51	
07712.8.1.	Calhas	m	5,2	69,40	360,87	0,34	Calha de aço galvanizado.
01.07.04	Rufos	m	4,5	37,39	168,23	0,16	Rufo de aço galvanizado.

01.07	**IMPERMEABILIZAÇÕES**				**2.431,61**	**2,27**	**Utilização de impermeabilizantes para vedar a passagem da água.**
01.08.02	Pisos e paredes do subsolo	m²	44,15	52,34	2.310,66	2,15	Utilizou-se emulsão adesiva para argamassa para impermeabilização.
01.08.03	Boxes dos banheiros	m²	3,78	32,00	120,95	0,11	Utilizou-se emulsão asfáltica elastométrica para impermeabilização.
01.08	**REVESTIMENTO INTERNO**				**14.227,75**	**13,26**	**Atentar para áreas em contato com frequente umidade na escolha dos revestimentos.**
87879	Chapisco	m²	187,3088	3,10	580,88	0,54	Utilizado em todas as paredes, independente do tipo de revestimento.
09705.8.2.2	Emboço	m²	187,3088	28,52	5.341,78	4,98	Utilizado em todas as paredes, independente do tipo de revestimento.
09705.8.3.6	Reboco paulista	m²	149,34	31,61	4.720,54	4,40	Utilizado somente nas paredes que receberão posterior pintura.
09706.8.3.1	Cerâmica	m²	7,8	126,81	989,11	0,92	Utilizada na parede da cozinha.
01.09.08	Azulejo	m²	31,65	82,00	2.595,44	2,42	Utilizado em meia parede na lavanderia, e nas quatro paredes inteiras do banheiro.
01.09	**ACABAMENTO**				**406,74**	**0,38**	
09705.8.2.2	Peitoris	m	4	69,37	277,47	0,26	
09606.8.4.2	Rodapés	m	4,6585	27,75	129,27	0,12	
01.10	**REVESTIMENTO EXTERNO**				**4.315,12**	**4,02**	**Utilização de revestimento externo, que normalmente são as pinturas.**
87879	Chapisco	m²	79,32	3,10	245,99	0,23	Utilizado em todas as paredes.
09705.8.2.21	Emboço	m²	79,32	32,96	2.614,74	2,44	Utilizado em todas as paredes, argamassa com traço 1:3.
01.12.04	Reboco paulista	m²	79,32	18,34	1.454,39	1,36	Utilizado em todas as paredes, argamassa com traço 1:3.
01.11	**PINTURA**				**6.711,90**	**6,26**	**Observar o local onde será aplicado e sua funcionalidade.**
09906.8.2	Emassamento externo	m²	79,32	14,39	1.141,10	1,06	
09906.8.2	Emassamento interno	m²	149,34	10,99	1.640,98	1,53	

09115.8.11.	Pintura externa	m²	79,32	17,50	1.388,29	1,29	Utilizada em todas as paredes.
09115.8.12.	Pintura interna	m²	149,34	17,02	2.541,54	2,37	Utilizada no corredor, suíte, sala e nas demias paredes que não receberam revestimento cerâmico
01.12	**PISOS**				**12.161,07**	**11,33**	**Atentar para o ambiente que será assentado e para sua qualidade.**
03935.8.1.1	Contrapiso	m³	2,3965	73,83	176,93	0,16	Todos os ambientes internos da edificação.
09606.8.2.1	Cerâmica	m²	58,23125	101,06	5.884,90	5,48	Todos os ambientes internos da edificação.
01.14.04	Cimentado liso	m²	152,4675	40,00	6.099,24	5,68	Áreas externas da edificação.
01.13	**INSTALAÇÃO DE ESGOTO E ÁGUA PLUVIAL**				**2.934,67**	**2,74**	**Promover o escoamento do esgoto e da água pluvial de acordo com normas pré-estabelecidas.**
15152.8.22.	Tubulação esgoto D = 40 mm	vb	2,1028	14,65	30,82	0,03	Utilizou-se o comprimento encontrado para tubulação de D=40mm.
15152.8.22.2	Tubulação esgoto D = 50 mm	vb	2,5637	16,99	43,57	0,04	Utilizou-se o comprimento encontrado para tubulação de D=50mm.
15152.8.22.3	Tubulação esgoto D = 75 mm	vb	5,1549	26,24	135,26	0,13	Utilizou-se o comprimento encontrado para tubulação de D=75mm.
15152.8.22.4	Tubulação esgoto D = 100 mm	vb	21,7317	29,03	630,88	0,59	Utilizou-se o comprimento encontrado para tubulação de D=100mm.
01.15.02	Tubulação água pluvial	vb	14,72	29,03	427,33	0,40	Utilizou-se o comprimento encontrado para tubulação de D=100mm.
15155.8.7.I	Caixa de inspeção	uni	4	302,64	1.210,54	1,13	Adotada de acordo com o projeto.
15155.8.6.I	Caixa de gordura	uni	1	379,18	379,18	0,35	Adotada de acordo com o projeto.
15I55.8.1.	Grelha	uni	2	38,55	77,11	0,07	Adotada de acordo com o projeto.
01.14	**INSTALAÇÕES E PEÇAS HIDRÁULICAS**				**1.053,58**	**0,98**	
15450.5.3.	Caixa d'água	uni	1	575,96	575,96	0,54	Material: polietileno, Volume : 500 L.
02510.83.1	Cavalete	uni	1	377,61	377,61	0,35	Cavalete com tubo de aço galvanizado, diâmetro de 20 mm.
15480.8.6.1	Chuveiro	uni	1	100,01	100,01	0,09	Chuveiro elétrico de 5400 W.
01.15	**INSTALAÇÕES E PEÇAS ELÉTRICAS**				**501,78**	**0,47**	

16143.8.6.	Tomadas	uni	18	21,72	390,98	0,36	A quantidade foi calculada de acordo com a NBR 5410
	Lâmpadas	uni	10	11,08	110,80	0,10	A quantidade foi calculada de acordo com a NBR 5410
01.16	**LOUÇAS E METAIS**				**2.388,73**	**2,23**	
15410.8.3.2	Vaso sanitário	uni	1	452,70	452,70	0,42	Bacia sanitária de louça com caixa acoplada e tampa.
15410.8.14.3	Lavatório	uni	1	353,85	353,85	0,33	Lavatório de louça, com torneira de pressão.
15410.8.19.2	Pia de cozinha	uni	1	466,31	466,31	0,43	Pia de aço inoxidável com cuba simples.
15410.8.23.1	Tanque	uni	1	593,10	593,10	0,55	Tanque de louça com coluna.
15110.8.1	Registro gaveta	uni	3	54,08	162,24	0,15	Registro de pressão de latão forjado, com canopla.
15110.8.2	Registro de pressão	uni	1	46,61	46,61	0,04	Registro de pressão de latão forjado, com canopla.
15410.8.27.2	Torneiras	uni	4	78,48	313,92	0,29	Torneira metálica de uso geral.
01.17	**COMPLEMENTOS**				**639,55**	**0,60**	
01740.8.1.1	Limpeza final e calafetes	m²	62,88	10,17	639,55	0,60	
01.18	**OUTROS SERVIÇOS**				**0,00**		
01.19.01					0,00		
TOTAL (R$)					**107.298,93**		
BDI					**1,324794481**		
PREÇO DE VENDA (R$)					**142149,0288**		

02230.8.3.1	RASPAGEM e limpeza manual de terreno - unidade: m²				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.45	Servente	0,25	h	14,53	3,63
02595.8.1.1	LOCAÇÃO da obra, execução de gabarito - unidade: m²				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.19.1	Carpinteiro	0,13	h	20,52	2,67
01270.0.45.1	Servente	0,13	h	17,11	2,22
050603.20.6	Prego 18 x 27 com cabeça (diâmetro da cabeça: 3.4 mm / comprimento: 62.1 mm)	0,012	kg	12,18	0,15
050603.7.4	Arame galvanizado (bitola: 16 BWG)	0,02	kg	15,03	0,30
060623.2.1	Pontalete 3ª construção (seção transversal: 3” x 3” / tipo de madeira: cedro)	0,04	m	7,14	0,29
050623.5.4	Tábua 3ª construção (seção transversal: 1” x 9” / tipo de madeira: cedrinho)	0,09	m²	4,85	0,44
Total (R$)					6,06
02315.8.1	ESCAVAÇÃO MANUAL de vala em solo de 1° categoria - unidade: m³				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.45.1	Servente	4	h	14,53	58,12
02465.8.1	BROCA DE CONCRETO ARMADO, controle tipo “C”, brita 1 e 2 , fCk = 13,5 MPa - unidade: m				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.45.1	Servente	1,8	h	14,53	26,15
020603.2.2	Areia lavada tipo média	0,03474096	m³	78	2,71
02060.33.1	Pedra britada 1	0,00787512	m³	56,8	0,45

0206033.2	Pedra britada 2	0,0196878	m³	56,8	1,12
020653.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	10,6	kg	22	4,65
032103.1.4	Barra de aço CA-251/4” (bitola: 6,30 mm / massa linear: 0.245 kg/m)	0,756	kg	5,52	4,17
2300.9.25	Betoneira, elétrica, potência 2 HP (1,5 kW), capacidade 4001 - vida útil 10.000 h	0,01153008	h prod.	1,98	0,02
Total (R$)					39,27
02315.8.1	**ESCAVAÇÃO MANUAL de vala (para viga baldrame) em solo de 1° categoria - unidade: m³**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo por hora (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.45.1	Servente	4	h	14,53	58,12
02470.8.1.3	**ALVENARIA de embasamento com tijolo comum, empregando argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8 - unidade: m³**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.40.1	Pedreiro	7	h	20,69	144,83
01270.0.45.1	Servente	7	h	14,53	101,71
042113.43.1	Tijolo maciço cerâmico 5,7 x 9 x 19 (comprimento: 190,00 mm / largura: 90,00 mm / altura: 57.00 rnm)	795	uni	0,33	262,35
040608.1.84	Argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8	0,285	m³	398,3	113,52
Total (R$)					622,41
07110.8.5.1	**IMPERMEABILIZAÇÃO de alicerce com tinta betuminosa em parede de 1 1/ 2 tijolo - unidade: m²**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.45.1	Servente	0,4	h	14,53	5,81
071103.41	Tinta betuminosa	0,5	l	7,07	3,54

Total (R$)					9,35
03310.8.1	**CONCRETO estrutural virado em obra, controle "A", consistência para vibração, brita 1 e 2, e fck de 25 MPa - unidade: m³**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
012700.45.1	Servente	6	h	14,53	87,18
012700.45.1	Areia lavada tipo média	0,867	m³	78	67,63
0206033.1	Pedra britada 1	0,209	m³	56,8	11,87
0206033.2	Pedra britada 2	0,627	m³	56,8	35,61
0206535.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	349	kg	22	153,56
22303.9.25	Betoneira, elétrica, potência 2 HP (1,5 kW), capacidade 4001-vida útil IO.OOOh	0,306	h prod	1,98	0,61
Total (R$)					356,46
03320.8.1	**ARMADURA de aço para estruturas em gera, CA-50, diâmetro 20,0 mm, corte e dobra na obra - unidade: kg**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.1.10	Ajudante de armador	0,1	h	20,56	2,06
12.700.251	Armador	0,1	h	15,66	1,57
0315033.6	Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30 mm)	1,82	uni	0,14	0,25
03210.3.2.4	Barra de aço CA-50 3/4 " (bitola: 20,00 mm / mass a linear: 2,466 kg/m)	1,1	kg	3,88	4,27
0506033.1	Arame recozido (diâmetro do fio: 1,25 mm / bitola: 18 BWG)	0,03	kg	12,5	0,01
Total (R$)					8,15
03110.8.I	**FÔRMA de madeira maciça para pilares, com tábuas e sarrafos, e com 5 aproveitamento - unidade: m²**				

Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.1.11	Ajudante de carpinteiro	0,312	h	12,6	3,93
012700.19.1	Carpinteiro	1,25	h	16,01	20,01
050603.20.11	Prego 17 x 21 com cabeça (comprimento: 48,3 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	0,03	kg	12,18	0,37
060623 .2.4	Pontalete 3” x 3” (altura: 75,00 mm / largura: 75,00 mm)	0,64	m	3,93	2,52
060623.45	Sarrafo 1” x 3” (altura: 75 mm / espessura: 25 mm)	0,54	m	1,41	0,76
050623.52	Tábua 1” x 12” (espessura: 25 mm / largura: 300 mm)	0,29	m²	26,49	7,68
031253.11	Desmoldante de fôrmas para concreto	0,1	l	6,61	0,66
05C603.20.18	Prego 17 x 27 com cabeça dupla (comprimento: 62,1 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	0,2	kg	15,04	3,01
050603.2.2	Arame galvanizado (bitola: 12 BWG)	0,18	kg	13,58	2,44
Total (R$)					41,38
03110.8.I	**FÔRMA de madeira maciça para vigas, com tábuas e sarrafos, e com 5 aproveitamento - unidade: m²**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.1.11	Ajudante de carpinteiro	0,312	h	12,6	3,93
012700.19.1	Carpinteiro	1,25	h	16,01	20,01
050603.20.11	Prego 17 x 21 com cabeça (comprimento: 48,3 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	0,04	kg	12,18	0,49
060623.45	Sarrafo 1” x 3” (altura: 75 mm / espessura: 25 mm)	0,72	m	1,41	1,02
050623.52	Tábua 1” x 12” (espessura: 25 mm / largura: 300 mm)	0,25	m²	26,49	6,62
031253.11	Desmoldante de fôrmas para concreto	0,1	l	6,61	0,66
05C603.20.18	Prego 17 x 27 com cabeça dupla (comprimento: 62,1 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	0,2	kg	15,04	3,01
Total (R$)					35,74

034154.1.1	**LAJE PRÉ-FABRICADA comum para forro, intereixo 38 cm, e = 1 0 cm (capeamento 2 cm e elemento de enchimento cerâmico 8 cm) - unidade: m²**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.19.1	Carpinteiro	0,73	h	20,52	14,98
01270.0.25.1	Armador	0,15	h	20,56	3,08
01270.0.40.1	Pedreiro	0,4	h	20,69	8,28
01270.0.45.1	Servente	1,83	h	14,53	26,59
020603.22	Areia lavada tipo média	0,0305	m³	15,03	0,46
0206 0 3 3 .1	Pedra britada 1	0,0069	m³	7,14	0,05
020603.3.2	Pedra britada 2	0,0207	m³	4,85	0,10
0 2 0 6 5 3 5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	9	kg	22	3,96
03210.3.2.1	Barra de aço CA-501/4” (bitola: 6,30 mm / massa linear: 0.245 kg/m)	1,89	kg	4,57	8,64
034153.1.1	Laje pré-fabricada convencional para forro (peso próprio: 155 kgf/m² / sobrecarga: 50 kgf/m’ /espessura: 80 mm / vão livre: 3,00 m)	1	m²	26	26,00
050603.20.6	Prego 18 x 27 com cabeça (diâmetro da cabeça: 3,4 mm / comprimento: 62,1 mm)	0,03	kg	11,98	0,36
060623.2.1	Pontalete 3ª construção (seção transversal: 3” x 3” / tipo de madeira: cedro)	1,71	m	3,93	6,72
060623.43	Sarrafo 1” x 4” (altura: 100 mm / espessura: 25 mm)	0,97	m	5,4	5,24
060623.55	Tábua 1” x 12” (espessura: 25 mm / largura: 300 mm)	0,56	m	7,95	4,45
22300 .925	Betoneira elétrica, potência 2HP, capacidade de 400l e vida útil - 10000 horas	0,0061	h prod.	1,98	0,01
Total (R$)					108,92

04211.5.2.	**ALVENARIA de vedação com blocos cerâmico furados 9 x 19 x 19 cm (furos horizontais), juntas de 12 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8 - tipo 1 - • unidade: m²**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.401	Pedreiro	1,5	h	20,69	31,04
01270.0.451	Servente	1,5	h	14,53	21,80
04060.8.1.84	Argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço1:2:8	0,042	m³	446,13	18,74
04211.3.2.1	Bloco cerâmico furado de vedação 9cmx19cmx19cm.	51	uni	0,52461	26,76
	Total (R$)				98,32
04085.8.4	**VERGA / CINTA em bloco de concreto canaleta - unidade: m**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
012700.05.1	Pedreiro	0,4	h	20,69	8,28
012700.45.1	Servente	0,5	h	14,53	7,27
020603.2.2	Areia lavada tipo média	0,01	m³	15,03	0,15
020653.5.1	Pedra britada tipo 2	0,01	m³	4,85	0,05
050623.52	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	4,37	kg	22	1,92
3210.3.2.2	Barra de aço CA-50 3/8” (bitola:10 mm / massa linear: 0.617 kg/m)	0,5	kg	4,36	2,18
0422135..	Canaleta de concreto de vedação - canaleta inteira	2,5	m	2,01	5,03
	Total (R$)				24,87
08520.8.1.1	**JANELA de alumínio sob encomenda, colocação e acabamento,basculante, com contramarcos - unidade: m²**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.401	Pedreiro	1,5	h	20,69	31,04
020603.22	Servente	1	h	14,53	14,53

04060.8.1.84	Areia lavada tipo média	0,0049	m³	15,03	0,07
020653.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	1,94	kg	22	0,85
085203.15	Caixilho de alumínio sob encomenda fixo (acabamento natural)	1	m²	514,37	514,37
Total (R$)					560,86
08530.8.1.3	**JANELA de aço pintado (esmalte), padronizada, colocação e acabamento, de correr, com quatro folhas, sem bandeira, dimensões 1,00 m x 1,50 m, com vidro liso - unidade: uni**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.401	Pedreiro	1,5	h	20,69	31,04
01270.0.451	Servente	0,675	h	14,53	9,81
020603.72	Areia lavada tipo média	0,00663	m³	15,03	0,10
020653.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	2,66	kg	22	1,17
085303.1.4	Janela de aço pintado (esmalte), padronizada, colocação e acabamento, de correr, com quatro folhas, sem bandeira, dimensões 1,00 m x 1,50 m, com vidro liso	1	Uni	973,9	973,90
Total (R$)					1016,01
08120.8.1.1	**PORTA de alumínio sob encomenda, de correr, colocação e acabamento com duas folhas - unidade: m²**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.401	Pedreiro	1,5	h	20,69	31,04
01270.0.451	Servente	2,5	h	14,53	36,33
020603.72	Areia lavada tipo média	0,0029	m³	15,03	0,04
020653.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	1,17	kg	22	0,51
085203.15	Porta de alumínio de correr duas folhas (perfil: linha 25)	1	m²	514,37	533,84
Total (R$)					601,76

08110.8.3.1	**PORTA de ferro sob encomenda, de abrir, em chapa dupla, colocação e acabamento com uma folha - unidade: m²**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.401	Pedreiro	3	h	20,69	62,07
01270.0.451	Servente	3	h	14,53	43,59
020603.72	Areia lavada tipo média	0,008	m³	15,03	0,12
020653.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	2,03	kg	22	0,89
81.103.832	Porta de ferro sob encomenda de abrir, em chapa simples, duas folhas de chapa n°18 e batente r° 16,completa, inclusive ferragens	1	m²	514,37	535,20
Total (R$)					641,87
08210.8.7.15	**PORTA de madeira sob encomenda, sem batente, guarnição e ferragens - unidade: m²**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
012700.1.11	Ajudante de carpinteiro	1	h	17,11	17,11
12.700.191	Carpinteiro	2,2	h	20,52	45,14
01270.0.401	Pedreiro	0,4	h	20,69	8,28
01270.0.451	Servente	0,95	h	14,53	13,80
020603.72	Areia lavada tipo média	0,0053	m³	15,03	0,08
020653.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	1,17	kg	22	0,51
050603.20.5	Prego 15 x 15 com cabeça (comprimento: 34,5 mm/diâmetro: 2,40 mm)	0,14	kg	13,51	1,89
81.103.832	Porta de madeira lisa de cedro, sob encomenda	1	m²	80,68	80,68
Total (R$)					105,25
07320.8.3.1	**COBERTURA com telha cerâmica, inclinação 35% - unidade: m²**				

Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
12.700.120	Ajudante de telhadista	1	h	14,53	14,53
01270.0.48.1	Telhadista	0,5	h	21,99	11,00
073203.9..	Telha cerâmica francesa	17	uni	0,98	16,66
Total (R$)					42,19
06110.8.I.4	**ESTRUTURA de madeira para telha cerâmica ou de concreto, ancorada em laje ou parede - unidade: m²**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.1.11	Ajudante de carpinteiro	1,2	h	17,11	20,53
01270.0.191	Carpinteiro	1,2	h	20,52	24,62
05060.3.20.6	Prego 18 x 27 com cabeça (diâmetro: 3,40 mm / comprimento: 62,1 mm)	0,24	kg	12	2,88
060603.11	Madeiramento (tipo de madeira: peroba)	0,021	m³	130	2,73
Total (R$)					50,77
07712.8.1.	**CALHA de chapa galvanizada n° 24 - unidade: m**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
12.700.120	Ajudante de telhadista	1,1	h	14,53	15,98
01270.0.48.1	Telhadista	1,1	h	21,99	24,19
050603.20.5	Prego 15 x 15 com cabeça (comprimento: 34,5 mm / diâmetro da cabeça: 2,4 mm)	0,07	kg	13,51	0,95
050603.72.1	Rebite de ferro zincado n° 8 (comprimento: 6,10 mm / diâmetro nominal: 3,00 mm)	0,03	kg	16,45	0,49
050903.11	Estanho para solda 30 x 70	0,03	kg	94,99	2,85
077123.2..	Calha de chapa galvanizada (espessura: 0,65 mm / chapa: 24)	1,03	m	24,21	24,94

Total (R$)					69,40
07620.8.2.	**RUFO de chapa de aço galvanizado nº24 - unidade: m**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
12.700.120	Ajudante de telhadista	0,5	h	14,53	7,27
01270.0.48.1	Telhadista	0,5	h	21,99	11,00
050603.20.5	Prego 15 x 15 com cabeça (comprimento: 34,5 mm / diâmetro da cabeça: 2,4 mm)	0,07	kg	13,51	0,95
077123.2..	Rufo de chapa galvanizada (espessura: 0,65 mm / chapa: 24)	1,03	m	17,65	18,18
Total (R$)					37,39
08530.8.1.3	**IMPERMEABILIZAÇÃO de piso sujeito à umidade de terraaditivo hidrófugo - unidade: m²**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.401	Pedreiro	1,6	h	20,69	33,10
01270.0.451	Servente	0,5	h	14,53	7,27
020603.72	Areia lavada tipo média	0,0265	m³	15,03	0,40
020653.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	11	kg	22	4,84
071103.1.1	Aditivo hidrófugo	0,56	l	5,32	2,98
7140352	Emulsão adesiva para argamassa	0,3	l	45	3,75
Total (R$)					52,34
07110.8.4.I	**IMPERMEABILIZAÇÃO de piso com três demãos de emulsão asfáltica - unidade: m²**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)

01270.0.45.1	Servente	0,4	h	14,53	5,81
02065.3.9.2	Emulsão asfáltica elastométrica	2,3	kg	209,49	26,19
Total (R$)					32,00

87879	**CHAPISCO aplicado em alvenaria e estruturas de concreto internas , com colher de pedreiro, argamassa 1:3 com preparo em betoneira de 400 L.**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.401	Pedreiro	0,07	h	20,69	1,45
01270.0.451	Servente	0,007	h	14,53	0,10
04060.8.1.34	Argamassa traço 1:3 para chapisco convencional, preparo mecânico com betoneira de 400L.	0,0042	m³	369,33	1,55
Total (R$)					3,10
09705.8.2.2	**EMBOÇO para parede interna com argamassa de cimento eareia sem peneirar traço 1:3, e = 2 0 mm - unidade: m²**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.401	Pedreiro	0,6	h	20,69	12,41
01270.0.451	Servente	0,6	h	14,53	8,72
04060.8.1.34	Argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3	0,02	m³	369,33	7,39
Total (R$)					28,52
09705.8.3.6	**REBOCO para parede interna, com argamassa de cimento e areia peneirada traço 1:1,5, com aditivo impermeabilizaria, acabamento liso, e = 5 mm-unidade:m²**				

Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.401	Pedreiro	0,8	h	20,69	16,55
01270.0.451	Servente	0,85	h	14,53	12,35
02060.8.1.1	Areia média - Secagem e peneiramento	0,003625	m³	15,03	0,05
0206535.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	3,765	kg	22	1,66
07110.3.3.1	Aditivo impermeabilizante e plastificante em pó para argamassas	0,1	kg	119,49	1,00
Total (R$)					31,61
09706.8.3.1	**CERÂMICA comum em placa 20 cm x 20 cm, assentada com argamassa pré-fabricada de cimento colante e rejuntamento com cimento branco - unidade: m²**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.30.1	Pedreiro	0,8	h	20,69	16,55
01270.0.45.1	Servente	0,85	h	14,53	12,35
020653.41	Cimento branco náo estrutural	0,003625	kg	2,58	0,01
093103.14.28	Revestimento cerâmico esmaltado liso (espessura:6,30 mm / largura: 200,00 mm / comprimento:200.00 mm 7 resistência à abrasão: 3)	3,765	m²	25,99	97,85
0970532.6	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	0,1	kg	0,45	0,05
Total (R$)					126,81
09706.8.1	**AZULEJO assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante - unidade: m²**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)

12.700.151	Azulejista	0,54	h	20,61	11,13
01270.0.451	Servente	0,2	h	14,53	2,91
093103.1.1	Azulejo cerâmico esmaltado liso (comprimento: 150 mm / largura: 150 mm)	1,1	m²	59,99	65,99
097053.2.6	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	4,4	kg	0,45	1,98
Total (R$)					82,00
09705.8.2.2	**PEITORIL de mármore natural, assentado com argamassa mistade cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:1:4 - unidade: m**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
012700.45.1	Servente	0,0775	h	14,53	1,13
02063.2.2	Areia lavada tipo média	0,004575	m³	15,03	0,07
0206532.1	Cal hidratada CH III	0,6825	kg	10,79	0,37
02065.3.2.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	1,16875	kg	22	0,51
09285.6.18..	Peitoril de mármore – colocado (espessura: 20.00 mm)	1	m	67,29	67,29
Total (R$)					69,37
09606.8.4.2	**RODAPÉ cerâmico assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante, altura 8 cm - unidade: m argamassa pré-fabricada de cimento colante e rejuntamento com cimento branco - unidade: m²**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.30.1	Ladrilhista	0,8	h	20,69	16,55
01270.0.45.1	Servente	0,6	h	14,53	8,72
093103.14.28	Rodapé cerâmico (comprimento. 300 mm /espessura: 8 mm / largura: 80 mm / tipo deacabamento: reto)	1,1	m	2,09	2,30
0970532.6	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	0,4	kg	0,45	0,18
Total (R$)					27,75

09705.8.2.21	**EMBOÇO para parede interna com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e = 2 0 mm - unidade: m²**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.401	Pedreiro	0,82	h	20,69	16,97
01270.0.451	Servente	0,66	h	14,53	9,59
020603.22	Areia lavada tipo média	0,0305	m³	15,03	0,46
020653.21	Cal hidratada CH III	6,075	kg	10,79	3,28
020653.51	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	6,075	kg	22	2,67
Total (R$)					32,96
09705.8.3.6	**REBOCO para parede interna ou externa, com argamassa de cal hidratada e areia peneirada e = 5 mm - unidade: m²**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.401	Pedreiro	0,5	h	20,69	10,35
01270.0.451	Servente	0,5	h	14,53	7,27
02060.8.1.1	Areia média - Secagem e peneiramento	0,004675	m³	15,03	0,07
0206535.1	Cal hidratada CH III	1	kg	10,79	0,66
Total (R$)					18,34
09906.8.2	**EMASSAMENTO de parede externa com massa acrílica com duas demãos, para pintura látex - unidade: m²**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.1.19	Ajudante de pintor	0,25	h	21,8	5,45
012700.41.1	Pintor	0,35	h	14,53	5,09
099063.4.1	Massa acrílica para pintura látex	0,7	kg	128,59	3,60

09910330.1	Lixa para superfície madeira/massa grana 100	0,5	uni	0,5	0,25
Total (R$)					14,39
09906.8.2	**EMASSAMENTO de parede interna com massa corrida à base dePVA com duas demãos, para pintura látex - unidade: m²**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.1.19	Ajudante de pintor	0,2	h	21,8	4,36
012700.41.1	Pintor	0,3	h	14,53	4,36
099053.5.2	Massa corrida base PVA	0,7	kg	73,9	2,07
09910330.1	Lixa para superfície madeira/massa grana 100	0,4	uni	0,5	0,20
Total (R$)					10,99
09115.8.11.	**PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA em parede externa, sem massa corrida - unidade: m²**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.1.19	Ajudante de pintor	0,35	h	21,8	7,63
012700.41.1	Pintor	0,4	h	14,53	5,81
09906.3.3.1	Líquido preparador de superfícies lata 18 litros	0,12	l	207,95	1,39
09910330.1	Lixa para superfície madeira/massa grana 100	0,25	uni	0,5	0,13
09910.3.7.2	Tinta látex acrílica (tipo de acabamento: fosco)	0,17	l	269,9	2,55
Total (R$)					17,50

09115.8.12.	**PINTURA COM TINTA LÁTEX PVA em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida - unidade: m²**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.1.19	Ajudante de pintor	0,35	h	21,8	7,63
012700.41.1	Pintor	0,4	h	14,53	5,81
9.906.381	Selador base PVA para pintura látex	0,12	l	106,9	0,71
09910330.1	Lixa para superfície madeira/massa grana 100	0,25	uni	0,5	0,13
099103.7.4	Tinta látex PVA (tipo de acabamento: fosco)	0,17	l	289,99	2,74
Total (R$)					17,02
03935.8.1.1	**CONTRAPISO em concreto com seixo, e=5 cm - unidade: m³**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.401	Pedreiro	0,313	h	20,69	6,48
01270.0.451	Servente	1,13	h	14,53	16,42
20.603.113	Seixo rolado ou cascalho rolado fino	0,0439	m³	46,12	2,02
02063.2.2	Areia lavada tipo média	0,0338	m³	15,03	0,51
020653.51	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	110	kg	22	48,40
Total (R$)					73,83
09606.8.2.1	**PISO CERÂMICO esmaltado 30 cm x 30 cm, assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante - unidade: m²**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.30.1	Ladrilhista	1,5	h	20,61	30,92
01270.0.451	Servente	1,35	h	14,53	19,62
02063.2.2	Areia lavada tipo média	0,0305	m³	15,03	0,46
0206532.1	Cal hidratada CH III	1,825	kg	10,79	0,98

02065.3.2.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência:32,00 MPa)	8,6	kg	22	3,78
96.063.234	Piso cerâmico esmaltado liso brilhante (resistência à abrasão: 3 / espessura: 8 mm/ largura: 300 mm / comprimento: 300 mm)	1,19	m²	38,07	45,30
Total (R$)					101,06
09606.8.2.1	**PISO CIMENTADO com argamassa de cimento e areia sempeneirar traço 1:4, e = 1,5 cm - unidade: m²**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.30.1	Pedreiro	1	h	20,61	20,61
01270.0.451	Servente	1,15	h	14,53	16,71
02063.2.2	Areia lavada tipo média	0,0183	m³	15,03	0,28
02065.3.2.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência:32,00 MPa)	5,475	kg	22	2,41
Total (R$)					40,00
15155.8.6.I	**CAIXA de gordura de polietileno, 0 50 x 100 mm - unidade: uni**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
012700.1.14	Ajudante de encanador	0,45	h	15,54	6,99
012700.24,1	Encanador	0,45	h	20,28	9,13
151.521.211	Pasta lubrificante para tubo de PVC	0,095	kg	22,26	5,29
151.553.251	Caixa de gordura de polietileno (diâmetro deentrada: 50 mm / diâmetro de saida: 100 mm /forma: cilíndrica)	1	uni	318,77	318,77
15155326.1	Tampa para caixa de inspeção/gordura de polietileno (comprimento: 350 mm / largura: 350 mm)	1	uni	39	39,00
Total (R$)					379,18
15155.8.7.I	**CAIXA de inspeção de polietileno, D = 1 0 0 mm - unidade: um**				

Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
012700.1.14	Ajudante de encanador	0,6	h	15,54	9,32
012700.24,1	Encanador	0,6	h	20,28	12,17
151.521.211	Pasta lubrificante para tubo de PVC	0,22	kg	22,26	12,24
15155327.1	Caixa de inspeção de polietileno (diâmetro de saída: 100 nvm / forma: cilíndrica / número de entradas: 3) entrada: 50 mm / diâmetro de saida: 100 mm / forma: cilíndrica)	1	uni	229,9	229,90
15155326.1	Tampa para caixa de inspeção/gordura de polietileno(comprimento: 350 mm / largura: 350 mm)	1	uni	39	39,00
Total (R$)					302,64
15I55.8.1.	**CAIXA sifonada de PVC com grelha de alumínio - unidade: uni**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
012700.1.14	Ajudante de encanador	0,4	h	15,54	6,22
012700.24,1	Encanador	0,4	h	20,28	8,11
15155.3.4.	Caixa sifonada de PVC para esgoto sanitário	1	uni	9,69	24,23
Total (R$)					38,55
15450.5.3.	**RESERVATÓRIO d'água de polietileno de alta densidade, cilíndrico - unidade: uni**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
012700.1.14	Ajudante de encanador	7,7	h	15,54	119,66
012700.24,1	Encanador	7,7	h	20,28	156,16
087703.13.1	Massa para vidro comum	0,1	kg	6,82	0,68
15.142.321	Adaptador soldável de PVC marrom com flanges e anel para caixa d'água para águafria (diâmetro da parte soldável: 20.00 mm /diâmetro da parte roscável: 1/2")	2	uni	6,39	12,78

151423.22	Adaptador soldável de PVC marrom com ftanges e anel para caixa d'água para águafria (diâmetro da parte soldável: 25,00 mm /diâmetro da parte roscável: 3/4")	2	uni	7,35	14,70
151423.25	Adaptador soldável de PVC marrom com flanges e anel para caixa d'água para águafria (diâmetro da parte soldável: 50,00 mm /diâmetro da parte roscável: 11/2")	4	uni	15,61	62,44
151433.51	Fita de Vedação para tubos e conexões rosqueáveis (largura: 18 mm)(comprimento: 350 mm / largura: 350 mm)	3,03	uni	9,48	28,72
154501.3..	Reservatório d' água de polietileno de alta densidade com tampa	1	uni	314,95	180,82
Total (R$)					575,96
15480.8.6.1	**CHUVEIRO elétrico automático, 220 V - 5.400 W - unidade: uni**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
012700.1.14	Ajudante de encanador	0,5	h	15,54	7,77
012700.24,1	Encanador	0,5	h	20,28	10,14
15410.3.32.1	Tubo de ligação de latão com canopla para chuveiro para água fria e quente(comprimento: 230,00 mm / diâmetro daseção: 1/2" / tipo de acabamento: cromado)	1	uni	31,2	31,2
15.480.351	Chuveiro elétrico (potência: 5.400 W /tensão: 220 V)	1	uni	50,9	50,9
Total (R$)					100,01
15410.8.3.2	**BACIA de louça com caixa acoplada, com tampa e acessórios -unidade: uni**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
0127001.14	Ajudante de encanador	3	h	15,54	46,62
012700.74.1	Encanador	3	h	20,28	60,84
087703.13.1	Massa para vidro comum	0,1	kg	6,82	0,68
50.603.121	Parafuso cromado (comprimento: 2 1/2" /diâmetro nominal: 1/4")	2	uni	3,48	6,96
05060.3.5.6.	Bucha de náilon para fixação de parafusos/pregos em alvenaria (diâmetro nominal da bucha: 8.00 mm)	2	uni	0,46	0,92

151433.5.1	Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis(largura: 18 mm)	1	uni	9,48	9,48
151.523.133	Joelho 90° PBV de PVC branco para esgoto série normal (diâmetro da seção: 100,00 mm)	1	uni	6,99	6,99
15410.311.2	Engate flexível de PVC para entrada de água(comprimento: 300,00 mm / diâmetro da seção: 1/2”) densidade com tampa	1	uni	2,69	2,69
15410322.1	Assento plástico para bacia - padrão popular	1	uni	24,44	24,44
1541033.9	Bacia de louça para caixa acoplada - padrão popular	1	uni	293,08	293,08
Total (R$)					452,70
15410.8.14.3	**LAVATÓRIO de louça, sem coluna, com torneira de pressão e acessórios - unidade: uni**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
0127001.14	Ajudante de encanador	2,75	h	15,54	42,74
012700.74.1	Encanador	2,75	h	20,28	55,77
50.603.121	Parafuso cromado (comprimento: 2 1/2” /diâmetro nominal: 1/4”)	2	uni	3,48	6,96
05060.3.5.6.	Bucha de náilon para fixação de parafusos/pregos em alvenaria (diâmetro nominal da bucha: 8.00 mm)	2	uni	0,46	0,92
151433.5.1	Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis (largura: 18 mm)	1	uni	9,48	9,48
151.523.133	Sifão metálico para lavatório (tipo de acabamento: cromado /diâmetro de entrada: 1” / diâmetro de saída: 11/2”)	1	uni	94,95	94,95
151553.14.2	Válvula de escoamento metálica para lavatório / bidê (diâmetro de entrada: 1”)	1	uni	23,61	23,61
15410.311.2	Engate flexível de PVC para entrada de água (comprimento: 300,00 mm / diâmetro da seção: 1/2”) densidade com tampa	1	uni	2,69	2,69
15410322.1	Laratório de louça suspenso - padrão popular	1	uni	71,73	71,73
1541033.9	Torneira de pressão para lavatório de mesa - padrão médio	1	uni	45	45,00
Total (R$)					353,85

15410.8.19.2	**PIA de cozinha de aço inoxidável, cuba simples, 1,50 m x 0,54 m -unidade: uni**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
0127001.14	Ajudante de encanador	3,5	h	15,54	54,39
012700.74.1	Encanador	3,5	h	20,28	70,98
151433.5.1	Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis(largura: 18 mm)	1,13	uni	9,48	10,71
151.523.133	Sifáo metálico para pia americana (tipo de acabamento: cromado / diâmetro de entrada:1 1/2” / diâmetro de saída: 2”)	1	uni	120,15	120,15
151553.14.2	Válvula de escoamento metálica para pia decozinha (americana) (diâmetro de entrada:31/2” / tipo de acabamento: cromado)	1	uni	32,25	32,25
15410322.1	Pia de aço inoxidável cuba simples (comprimento:1,60 m / largura: 0,54 m) 2,00 m / largura: 0,54 m)	1	uni	177,83	177,83
Total (R$)					466,31
15410.8.23.1	**TANQUE de louça com coluna - unidade uni**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
0127001.14	Ajudante de encanador	3	h	15,54	46,62
012700.74.1	Encanador	3	h	20,28	60,84
151433.5.1	Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis (largura: 18 mm)	1	uni	9,48	9,48
050603.71	Conjunto de fixação para tanque	1	uni	51,9	51,9
151553.11.1	Sifáo metálico para pia americana (tipo de acabamento: cromado / diâmetro de entrada:1 1/4” / diâmetro de saída: 1 1/2”)	1	uni	100,03	100,03
154103.26.1	Tanque de louça para coluna (volume: 22,01)	1	uni	269,33	269,33
154103.44.1	Coluna de louça para tanque	1	uni	54,9	54,9
Total (R$)					593,1
15410.8.27.2	**TANQUE de louça com coluna - unidade uni**				

Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
0127001.14	Ajudante de encanador	1,4	h	15,54	21,76
012700.74.1	Encanador	1,4	h	20,28	28,39
151433.5.1	Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis (largura: 18 mm)	0,94	uni	9,48	8,91
15410331.1	Torneira de pressão para uso geral de parede	1	uni	19,42	19,42
Total (R$)					78,48
15110.8.1	**REGISTRO de gaveta com canopla - unidade: uni**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
0127001.14	Ajudante de encanador	0,61	h	15,54	9,48
012700.74.1	Encanador	0,61	h	20,28	12,37
151433.5.1	Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis (largura: 18 mm)	1	uni	9,48	9,48
151103.1.	Registro de gaveta (tipo deacabamento: bruto)	1	uni	22,75	22,75
Total (R$)					54,08
15110.8.2	**REGISTRO de pressão com canopla - uridade: uni**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
0127001.14	Ajudante de encanador	0,61	h	15,54	9,48
012700.74.1	Encanador	0,61	h	20,28	12,37
151433.5.1	Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis (largura: 18 mm)	1	uni	9,48	9,48
151103.1.	Registro de pressão com canopla - padrão popular	1	uni	15,28	15,28
Total (R$)					46,61
15152.8.22.2	**TUBO de PVC branco, sem conexões, ponta, bolsa e virola - unidade: m**				

Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
0127001.14	Ajudante de encanador	0,3	h	15,54	4,66
012700.74.1	Encanador	0,3	h	20,28	6,08
151523.1.2	Anel de borracha para tubo PVC par aesgoto série normal (diâmetro da seção: 50.00 mm)(largura: 18 mm)	0,33	uni	1,41	0,47
151.573.211	Pasta lubrificante para tubo de PVC	0,003	kg	22,26	0,17
15157.3.29.	Tubo PBV de PVC branco para esgoto Série normal D =50 mm.	1,01	m	5,56	5,62
Total (R$)					16,99
15152.8.22.3	**TUBO de PVC branco, sem conexões, ponta, bolsa e virola - unidade: m**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
0127001.14	Ajudante de encanador	0,48	h	15,54	7,46
012700.74.1	Encanador	0,48	h	20,28	9,73
151523.1.3	Anel de borracha para tubo PVC para esgoto série normal (diâmetro da seção: 75.00 mm)(largura: 18 mm)	0,33	uni	1,99	0,66
151.573.211	Pasta lubrificante para tubo de PVC	0,005	kg	22,26	0,28
15157.3.29.	Tubo PBV de PVC branco para esgoto Série normal D=75 mm.	1,01	m	8,03	8,11
Total (R$)					26,24
15152.8.22.4	**TUBO de PVC branco, sem conexões, ponta, bolsa e virola - unidade: m**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
0127001.14	Ajudante de encanador	0,52	h	15,54	8,08
012700.74.1	Encanador	0,52	h	20,28	10,55
151523.1.4	Anel de borracha para tubo PVC para esgoto série normal (diâmetro da seção: 100.00 mm)(largura: 18 mm)	0,33	uni	2,5	0,83

151.573.211	Pasta lubrificante para tubo de PVC	0,0077	kg	22,26	0,43
15157.3.29.	Tubo PBV de PVC branco para esgoto Série normal D=100 mm	1,01	m	9,06	9,15
Total (R$)					29,03
15152.8.22.	**TUBO de PVC branco, sem conexões, ponta, bolsa e virola - unidade: m**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
0127001.14	Ajudante de encanador	0,3	h	15,54	4,66
012700.74.1	Encanador	0,3	h	20,28	6,08
151523.1.2	Anel de borracha para tubo PVC para esgoto série normal (diâmetro da seção: 40.00 mm)(largura: 18 mm)	0,33	uni	1,36	0,45
151.573.211	Pasta lubrificante para tubo de PVC	0,003	kg	22,26	0,17
15157.3.29.	Tubo PBV de PVC branco para esgoto Série normal D = 40 mm	1,01	m	3,26	3,29
Total (R$)					14,65
16143.8.6.	**TOMADA - unidade: uni**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.1.13	Ajudante de eletricista	0,29	h	16,03	4,65
01270.0.22.1	Eletricista	0,29	h	20,94	6,07
161433.4..	Tomada de embutir	1	uni	11	11,00
Total (R$)					21,72
01740.8.1.1	**LIMPEZA geral da edificação - unidade: m²**				
Código	Componente	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
01270.0.45.1	Servente	0,7	h	14,53	10,17

02510.83.1	**CAVALETE com tubo de aço galvanizado 20 nm (3/4”) - unidade: un**				
Código	Componentes	Consumo	Unidade	Custo (R$)	Custo unitário final (R$)
0127001.14	Ajudante de encanador	4,9	h	15,54	76,15
012700.74.1	Encanador	4,9	h	20,28	99,37
151103.1.2	Registro de gaveta (tipo de acabamento: bruto/diâmetro da seção: 3/4”) diâmetro nominal: 1/4”)	1	uni	22,75	22,75
15141317.2	Luva de ferro maleável galvanizado para líquidos, gasese vapores (diâmetro da seção: 3/4”) em alvenaria (diâmetro nominal da bucha: 8.00 mm)	1	uni	4,42	4,42
151413.22.2	Tampão de ferro maleável galvanizado para líquidos, gasese vapores (diâmetro da seção: 3/4”)(largura: 18 mm)	1	uni	3,75	3,75
151413.24.2	Tê 90° de ferro maleável galvanizado para líquidos,gases e vapores (diâmetro da seção: 3/4” / tipo derosca: BSP)diâmetro de entrada: 1” / diâmetro de saída: 11/2”)	1	uni	19,4	19,40
151413.27.13	Tubo de aço galvanizado com costura água/gás/fluidos não corrosivos ao aço e zinco (diâmetro da seção: 3/4”)	2,5	m	13,47	33,68
151413.42	Cotovelo 90° de ferro maleável galvanizado par; líquidos, gases c vapores (diâmetro da seção: 3/4” / tipo dc rosca: BSP)	3	uni	5,56	16,68
15141371	Cotovelo redução de ferro maleável galvanizado («orolíquidos, gases e vapores (diâmetro de entrada: 3/4” /diâmetro de saída: 1/2”/ tipo de rosca: BSP)	1	uni	6,25	6,25
151433.51	Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis (largura: 18 mm)	7,99	uni	9,48	75,75
154103311	Torneira de pressão para uso geral de parede	1	uni	19,42	19,42
Total (R$)					377,61

Fonte: Próprio autor (2021).

QUESTIONÁRIO

26.1.1 Capítulo 2

Questão 01

Ano: 2023

Banca: Instituto Avança São Paulo - Avanca SP

Prova: Avança SP - Prefeitura de Americana - Engenheiro Civil - 2023

Sobre o Projeto de Execução, atente-se aos itens:

I - Fase final da elaboração dos elementos técnicos de um projeto, posterior aos estudos preliminares, prévios, de viabilidade, de base ou anteprojeto.

II - Contém todas as especificações de engenharia necessárias ao correto desenvolvimento físico do empreendimento de construção, incluindo peças escritas e peças desenhadas.

III – Pode ser dito como Projeto piloto ou Projeto limítrofe.

É correto o que se afirma em:

a) I, apenas.

b) I e II, apenas.

c) III, apenas.

d) II e III, apenas.

e) I, II e III.

Questão 02

Ano: 2022

Banca: Instituto Brasileiro de Apoio e Desenvolvimento Executivo - IBADE

Prova: IBADE - SEA SC - Engenheiro - 2022

Os projetos para construção, reforma ou ampliação de um empreendimento são elaborados em três etapas, na seguinte ordem:

a) projeto executivo, projeto básico e anteprojeto.

b) anteprojeto, projeto executivo e projeto básico.

c) anteprojeto, projeto básico e projeto executivo.

d) projeto básico, anteprojeto e projeto executivo.

e) projeto básico, projeto executivo e anteprojeto.

Questão 03

Ano: 2022

Banca: Consultoria e Planejamento em Administração Pública LTDA - Consulplan

Prova: Consulplan - MPE PA - Técnico Especializado - Área: Engenheiro - 2022

Observando os critérios para elaboração dos projetos executivos, projetos básicos e anteprojetos, analise as afirmativas a seguir.

I. Anteprojeto: consiste na representação técnica de opção aprovada pela Administração para utilização em licitações menos complexas em empreitada por preço unitário, determinando o padrão de acabamento e o custo médio real.

II. Projeto básico: deve ser elaborado anteriormente à licitação e possuir os requisitos estabelecidos pela Lei das Licitações, sendo um deles: possuir os elementos necessários e suficientes para definir e caracterizar o objeto, podendo ser utilizados em licitações menos complexas em empreitada por preço unitário.

III. Projeto executivo: apresentará todos os elementos necessários à realização do empreendimento com nível máximo de detalhamento de todas as suas etapas, podendo ser utilizados em licitações em empreitada por preço unitário.

Está correto o que se afirma apenas em

a) I, II e III.

b) II, apenas.

c) I e III, apenas.

d) II e III, apenas.

Questão 04

Ano: 2023

Banca: Fundação Getúlio Vargas - FGV

Prova: FGV - CGE-SC - Auditor do Estado - Área Engenharia Civil - 2023

Com relação à compatibilização de projetos em obras de engenharia, analise as afirmativas a seguir.

I. Um de seus objetivos principais é avaliar e resolver os problemas após a realização das obras.

II. Apesar de ajudar na resolução dos conflitos, tem como desvantagem o aumento no custo da obra.

III. Sua efetivação requer a interação entre profissionais de diferentes especialidades.

Está correto o que se afirma em

a) II, apenas.

b) III, apenas.

c) I e II, apenas.

d) I e III, apenas.

e) II e III, apenas.

Questão 06

Ano: 2022

Banca: Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - FAURGS

Prova: FAURGS - SES RS - Engenheiro - Área: Civil - 2022

Antes do início da obra propriamente dita, várias atividades devem ser devidamente planejadas e realizadas. Assinale a alternativa **INCORRETA** com relação a essas atividades preliminares.

a) São obrigatórias a elaboração e a implementação do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) nos canteiros de obras, contemplando os riscos ocupacionais e as suas respectivas medidas de prevenção. O PGR deve estar atualizado de acordo com a etapa em que se encontra o canteiro de obras.

b) Deve ser elaborado e implementado Plano de Demolição, quando houver, sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado, contemplando os riscos ocupacionais potencialmente existentes em todas as etapas da demolição e as medidas de prevenção a serem adotadas para preservar a segurança e a saúde dos trabalhadores.

c) O serviço de fundação e desmonte de rochas, quando houver, deve ser realizado e supervisionado conforme projeto elaborado por profissional legalmente habilitado. Já para o serviço de escavação, só é necessária a realização de projeto por profissional legalmente habilitado quando a profundidade for superior a 5 m.

d) Deve ser realizado o levantamento planialtimétrico, com uma descrição exata e detalhada do local da obra, determinando dimensões, elementos existentes, variações altimétricas, acidentes geográficos, entre outros.

e) Deve ser realizada a prospecção geotécnica do terreno onde será executada a obra para subsidiar a previsão de equipamentos e serviços para terraplenagem, o projeto de fundações e a verificação da necessidade de contenções.

26.1.2 Capítulo 5

Questão 01

Ano: 2021

Banca: Instituto de Desenvolvimento Educacional, Cultural e Assistencial Nacional - IDECAN

Prova: IDECAN - IFCE - Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico - Área: Engenharia Civil - 2021

Observe a figura a seguir.

Fonte: https://neoipsum.com.br/locacao-de-obra

A figura acima apresenta uma locação de obra utilizando-se de:
Assinale apenas uma opção.

a) gabarito em trechos (cavaletes).

b) barroteamento nivelado.

c) gabarito contínuo de tábuas corridas.

d) cimbramento contínuo de tábuas.

Questão 02
Ano: 2018
Banca: Fundação de Estudos e Pesquisas Socioeconômicos - FEPESE
Prova: FEPESE - CELESC - Técnico Industrial - Área Edificações - 2018
Para realizar a locação de uma obra são necessárias algumas ferramentas.
Assinale a alternativa que apresenta **somente** ferramentas utilizadas nessa atividade.

a) trena • prumo de centro • martelo • pregos

b) piquetes • trena • alicate de corte • furadeira

c) martelo • pregos • alicate de corte • furadeira

d) mangueira de nível • alicate de pressão • linha de pedreiro • chave inglesa

e) chave inglesa • alicate de pressão • piquetes • prumo de centro

26.1.3 Capítulo 6

Questão 01

Ano: 2023

Banca: Faculdade de Apoio à Tecnologia - FAT

Prova: FAT - CEETEPS - Especialista em Gestão - Área Engenharia Civil - 2023

Em tipos de solos com pouca resistência, como aterros, por exemplo, onde há necessidade de cavar profundamente para conseguir achar solo firme, normalmente é indicado a fundação do tipo

a) radier.

b) viga baldrame.

c) sapata isolada.

d) sapata corrida.

e) estaca.

Questão 02

Ano: 2023

Banca: Fundação de Estudos e Pesquisas Socioeconômicos - FEPESE

Prova: FEPESE - Prefeitura de Balneário Camboriú - Fiscal de Obras – 2023

A fundação profunda corresponde a um elemento que transmite a carga ao terreno, tendo como suas principais características as resistências de ponta e de fuste.

Assinale a alternativa que indica **corretamente** um tipo de fundação profunda.

a) Grelha

b) Radier

c) Sapata

d) Tubulão

e) Viga de baldrame

Questão 03

Ano: 2023

Banca: GUALIMP Assessoria e Consultoria Ltda - GUALIMP

Prova: GUALIMP - Prefeitura de Bom Jardim - Engenheiro Civil - 2023

Analise as afirmações abaixo se são verdadeiras e posteriormente marque a alternativa correta:

I. A estaca Strauss, é armada e preenchida com argamassa de cimento e areia, moldada *in loco* executada por perfuração rotativa ou rotopercussiva, revestida integralmente, no trecho em solo, por um conjunto de tubos metálicos recuperáveis.

II. Estaca Raiz é executada por perfuração do solo com uma sonda ou piteira e revestimento total com camisa metálica, realizando-se gradativamente o lançamento e apiloamento do concreto, com retirada simultânea do revestimento.

III. Estaca Franki, é moldada *in loco* executada pela cravação, por meio de sucessivos golpes de um pilão, de um tudo de ponta fechada por uma bucha seca constituída de pedra e areia, previamente firmada na extremidade inferior do tubo por atrito. Esta estaca possui base alargada e é integralmente armada.

a) Somente a afirmação II é verdadeira.

b) Todas as afirmações são verdadeiras.

c) Somente a afirmação III é verdadeira.

d) Somente as afirmações I e III são verdadeiras.

26.1.4 Capítulo 7

Questão 01

Ano: 2022

Banca: Instituto de Administração e Tecnologia - ADM TEC

Prova: ADM&TEC - Prefeitura de Lajedo - Engenheiro Civil - 2022

Analise as afirmativas a seguir:

I. As estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que, sob as condições ambientais previstas e utilizadas conforme preconizado em projeto, conservem sua segurança e sua estabilidade ao longo da sua vida útil.

II. Nos desenhos de projeto, as ligações soldadas devem ser caracterizadas por simbologia adequada que contenha informações completas para sua execução por profissionais não qualificados. Assim, é possível garantir uma redução expressiva de custo em qualquer projeto.

Marque a alternativa CORRETA:

a) As duas afirmativas são verdadeiras.

b) A afirmativa I é verdadeira, e a II é falsa.

c) A afirmativa II é verdadeira, e a I é falsa.

d) As duas afirmativas são falsas.

Questão 02

Ano: 2022

Banca: Centro de Seleção e de Promoção de Eventos UnB - CESPE CEBRASPE

Prova: CESPE/CEBRASPE - TCE SC - Auditor Fiscal de Controle Externo - Área Controle Externo - Especialidade: Engenharia Civil - 2022

Julgue os itens subsequentes, relativos a controle de materiais.

O plano de concretagem é a elaboração do planejamento formal para execução desse processo, sendo composto por quatro fases, a saber: transporte (interno e externo da obra), lançamento, adensamento e cura do concreto.

C) Certo

E) Errado

Questão 03

Ano: 2022

Banca: Instituto AOCP

Prova: Instituto AOCP - SEAD GO - Analista de Gestão Governamental - Área: Engenharia I - 2022

As estruturas de concreto devem atender a requisitos mínimos de qualidade da estrutura e de qualidade do projeto. Referente ao assunto, assinale a alternativa correta.

a) A qualidade da estrutura do concreto é avaliada perante apenas a capacidade resistente.

b) As exigências relativas à capacidade resistente e ao desempenho em serviço deixam de ser satisfeitas quando são ultrapassados os respectivos estados-limites.

c) As medidas preventivas desde o início dos trabalhos não possuem o objetivo de garantir a qualidade da execução da estrutura de uma obra.

d) A avaliação da conformidade do projeto deve ser realizada por profissional habilitado, sendo permitido ser o próprio projetista da obra.

e) O produto final do projeto estrutural é constituído por desenhos, especificações e critérios de projeto. As especificações e os critérios de projeto devem constar nos próprios desenhos.

26.1.5 Capítulo 9

Questão 01

Ano: 2022

Banca: Instituto AOCP

Prova: Instituto AOCP - SEAD GO - Analista de Gestão Governamental - Área: Engenharia I - 2022

Informe se é verdadeiro (V) ou falso (F) o que se afirma a seguir quanto ao que as recomendações brasileiras determinam sobre telhados, coberturas e trabalho em altura e assinale a alternativa com a sequência correta.

( ) No serviço em telhados e coberturas que excedam 1,8 m de altura, aplica-se a NR-35.

( ) É proibida a realização de trabalho ou atividades em telhados ou coberturas sobre

superfícies escorregadias.

( ) A aptidão para trabalho em altura deve ser consignada no atestado de saúde ocupacional do trabalhador.

( ) O trabalhador deve permanecer conectado ao sistema de ancoragem apenas no início de exposição ao risco de queda.

a) F – V – V – F.

b) F – F – V – V.

c) V – V – F – V.

d) F – V – F – V.

e) F – F – F – V.

Questão 02
Ano: 2022
Banca: Instituto de Desenvolvimento Institucional Brasileiro - IDIB
Prova: IDIB - GOINFRA - Gestor de Engenharia - Área: Engenharia Civil - 2022

Com relação aos processos construtivos, assinale a alternativa que completa corretamente a lacuna da assertiva a seguir.

"A _____ é a etapa da obra cuja finalidade principal é proteger a edificação das intempéries. Além disso, pode compor arquitetonicamente o aspecto de uma construção e também proporcionar conforto térmico no seu interior."

a) alvenaria

b) fundação

c) laje

d) concretagem

e) cobertura

26.1.6 Capítulo 10

Questão 01

Ano: 2023

Banca: Instituto Avança São Paulo - Avanca SP

Prova: Avança SP - Prefeitura de Americana - Técnico em Edificações – 2023

Não corresponde a uma instalação hidráulica ou sanitária de água quente:

a) Aquecimentos.

b) Canalizações.

c) Caixas de descarga.

d) Pontos de registro.

e) Reservatórios.

26.1.7 Capítulo 11

Questão 01

Ano: 2023

Banca: Instituto Brasileiro de Formação e Capacitação - IBFC

Prova: IBFC - Prefeitura de Cuiabá - Mestre de Obras - 2023

Para instalações elétricas residenciais de baixa tensão, 127V, nas TOMADAS DE USO GERAL deverão ser conectados os seguintes condutores:

a) fase e terra

b) fase e neutro

c) fase, neutro e terra

d) neutro e terra

Questão 02
Ano: 2023
Banca: Fundação Mariana Resende Costa - FUMARC
Prova: FUMARC - ALE MG - Técnico em Edificações - 2023

O número de condutores a se considerar num circuito, quando as correntes são equilibradas, os condutores PEN são considerados neutros e os condutores utilizados como de proteção, é o dos condutores efetivamente percorridos por corrente.

Considerando circuitos de **corrente alternada**, assinale afirmativa **CORRETA**.

a) duas fases com neutro = 2 condutores carregados.

b) monofásico a 2 condutores = 2 condutores carregados.

c) monofásico a 3 condutores = 3 condutores carregados.

d) trifásico com neutro = 3 condutores carregados.

Questão 03
Ano: 2023
Banca: Fundação para o Vestibular da Universidade Estadual Paulista - VUNESP
Prova: VUNESP - Prefeitura de Taubaté - Engenharia Civil - 2023
Na instalação elétrica de baixa tensão de um circuito monofásico de cobre, se a seção transversal do condutor de fase é 25 mm^2, a seção transversal mínima do condutor de proteção de cobre é de

a) 4 mm^2.

b) 6 mm^2.

c) 10 mm^2.

d) 16 mm^2.

e) 35 mm^2.

Questão 04

Ano: 2023

Banca: Fundação Universidade Empresa de Tecnologia e Ciências - FUNDATEC

Prova: FUNDATEC - Prefeitura de Quatro Irmãos - Engenheiro Civil - 2023

Acerca da Figura 1 ilustrada abaixo, assinale a alternativa que apresenta a nomenclatura correta, da esquerda para a direita, dos condutores inseridos no eletroduto.

Figura 1

a) Fase; Proteção; Retorno; Neutro.

b) Retorno; Proteção; Fase; Neutro.

c) Neutro; Proteção; Retorno; Fase.

d) Neutro; Retorno; Proteção; Fase.

e) Neutro; Proteção; Fase; Retorno.

26.1.8 Capítulo 16

Questão 01

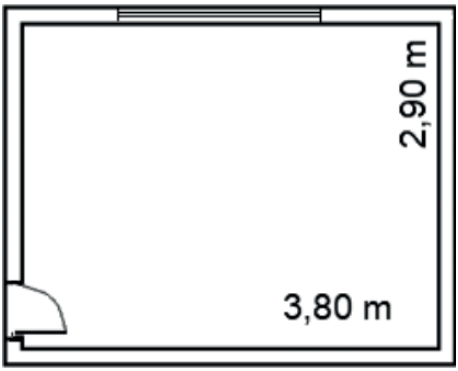
Ano: 2023

Banca: Fundação de Estudos e Pesquisas Socioeconômicos - FEPESE

Prova: FEPESE - Prefeitura de Águas de Chapecó - Engenheiro Civil - 2023

Em determinado contrato de execução de obras, o critério de medição do serviço de reboco desconta a área que excede em cada vão a 2,5m² de área.

Considere a representação esquemática abaixo de um ambiente, cujo pé direito tem 4,0 m, porta de dimensões 0,8 m × 2,10 m e uma porta janela de dimensões 1,60 m × 2,10 m.



Qual o valor a ser considerado na medição do serviço de reboco interno?

a) 53,60 m^2

b) 48,56 m^2

c) 50,24 m^2

d) 25,94 m^2

e) 52,74 m^2

Questão 02

Ano: 2023

Banca: Fundação Universidade Empresa de Tecnologia e Ciências - FUNDATEC

Prova: FUNDATEC - BRDES - Analista - Área Engenharia - 2023

Sobre um determinado modelo de contratação de construção, analise as características abaixo:

- O projeto é acertado por um preço único final.
- Fica a cargo do contratado assumir riscos sobre eventuais necessidades de ajustes nas variações das quantidades de serviços a serem executados em cada etapa.
- O contratado resolve sobre mudanças e revisões do projeto que tornem a sua execução mais rápida e econômica, sem mudanças nas características finais

da construção.

- Pode ser contratado, inclusive com as instalações mínimas, para que a construção seja colocada em operação de uso, como por exemplo, decorar, mobiliar e equipar um hotel em vez de entregar apenas a construção.

As características acima dizem respeito ao modelo de contratação:

a) Preço Máximo Garantido.

b) Preços unitários.

c) Preço de custo e administração.

d) Preço global.

e) *Engineering, Procurement and Construction.*

26.1.9 Capítulo 17

Questão 01

Ano: 2023

Banca: Fundação para o Vestibular da Universidade Estadual Paulista - VUNESP

Prova: VUNESP - Prefeitura de Peruíbe - Engenheiro Civil - 2023

Para a construção de uma residência foram gastos R$ 250.000,00 de custos diretos, R$ 46.000,00 de custos indiretos e foram recolhidos 8% de impostos. Se o lucro da construtora for de 12%, o preço de venda da residência é

a) R$ 355.200,00.

b) R$ 364.080,00.

c) R$ 370.000,00.

d) R$ 372.350,00.

e) R$ 380.000,00.

Questão 02

Ano: 2023

Banca: Fundação Universidade Empresa de Tecnologia e Ciências - FUNDATEC

Prova: FUNDATEC - Prefeitura de Nova Santa Rita - Fiscal de Obras - 2023

Assinale a alternativa que apresenta o valor do preço de venda para uma argamassa estrutural industrializada de f_{ck} = 30MPa (pacote de 20kg) que será utilizada em uma determinada obra, sabendo que o seu custo é de R$ 95,00. Considere que o BDI é 25% e os encargos sociais são de 120%.

a) R$ 118,75.

b) R$ 135,50.

c) R$ 142,50.

d) R$ 180,25.

e) R$ 261,25.

Questão 03

Ano: 2023

Banca: Instituto Brasileiro de Formação e Capacitação - IBFC

Prova: IBFC - UFPB - Engenheiro Civil - 2023

Para construção de uma quadra de futebol de salão, será utilizado um concreto de traço 1:3:3 que consome 250kg de cimento. Assinale a alternativa correta sobre quantos sacos de cimento o encarregado precisava encomendar para a construção desta quadra, considerando-se 13% de perdas e admitindo-se a utilização de sacos de cimento de 50kg.

a) 6 sacos

b) 5 sacos

c) 7 sacos

d) 4 sacos

e) 10 sacos

Questão 04

Ano: 2023

Banca: Fundação de Estudos e Pesquisas Socioeconômicos - FEPESE

Prova: FEPESE - Prefeitura de Balneário Camboriú - Engenheiro Civil - 2023

A composição de custo unitária para 1 m^2 de emassamento de superfície, com aplicação de uma demão de massa, lixamento e retoques, está apresentada abaixo:

Insumo	Unid.	Índice	Custo Unit. (R$)	Custo Total (R$)
Massa corrida a base de PVA	l	0,5	12,98	6,49
Lixa em folha para parede ou madeira, no 120	un	0,2	1,4	0,28
Servente	h	0,2	10,40	2,08
Pintor	h	0,3	16,38	4,91
			Total	**13,76**

Assinale a alternativa **correta** em relação ao exposto.

( ) Para uma obra de 20 m^2 de emassamento de superfície serão necessárias 4 unidades de lixa da referida composição.

( ) O custo do material por m2 é R$ 14,38.

( ) A mão de obra do pintor representa aproximadamente 50% do total da composição.

Assinale a alternativa que indica todas as afirmativas **corretas**.

a) É correta apenas a afirmativa 1.

b) São corretas apenas as afirmativas 1 e 2.

c) São corretas apenas as afirmativas 1 e 3.

d) São corretas apenas as afirmativas 2 e 3.

e) São corretas as afirmativas 1, 2 e 3.

Questão 05

Ano: 2023

Banca: Fundação Universidade Empresa de Tecnologia e Ciências - FUNDATEC

Prova: FUNDATEC - Prefeitura de Dom Pedrito - Engenheiro Civil – 2023

Para realizar orçamentos de execução de obras é essencial saber diferenciar o preço de venda dos custos. O preço de venda engloba parcelas como lucro, impostos, custos indiretos, custos diretos e encargos que devem ser contabilizadas no orçamento. A respeito do preço de venda, se determinada obra terá um custo total de R$ 1.500.000,00 (um milhão e quinhentos mil reais) assinale a alternativa que apresenta o preço de venda dessa obra considerando que, sobre esse valor, haverá incidência de 15% referente a impostos e 10% referente ao lucro.

a) R$ 1.750.000,00.

b) R$ 2.000.000,00.

c) R$ 2.225.000,00.

d) R$ 2.500.000,00.

e) R$ 2.750.000,00.

Questão 06

Ano: 2023

Banca: Universidade de Blumenau - FURB

Prova: FURB - SAMAE Jaraguá do Sul - Engenheiro Civil - 2023

Acerca dos temas orçamento, cronograma e custos de obras, analise as afirmações a seguir:

I.A Variação no Término (VNT) é uma medida de gerenciamento do valor agregado que prevê o valor do déficit ou superávit orçamentário, sendo expressa como a diferença entre o orçamento no término e a estimativa no término.

II.A Curva ABC pode ser definida como sendo um método de classificação de informações, as quais são separadas pelo seu critério de importância ou impacto.

III. Pode-se afirmar que um projeto que apresente uma Variação no Término (VNT) negativa apresenta um custo maior do que o planejado.

É correto o que se afirma em:

a) I, apenas.

b) III, apenas.

c) I e II, apenas.

d) I, II e III.

e) II, apenas.

Questão 07

Ano: 2023

Banca: Fundação Universidade Empresa de Tecnologia e Ciências - FUNDATEC

Prova: FUNDATEC - IFC - Engenheiro Civil - 2023

O custo total (direto, indireto, administração central, custo financeiro, imprevistos e contingências) de uma determinada obra foi orçado em R$ 200.000,00. Sabendo que os impostos resultaram no percentual de 5% e o construtor deseja ter uma lucratividade de 10%, assinale a alternativa que expressa qual deverá ser o preço de venda.

a) R$ 210.412,20.

b) R$ 215.672,30.

c) R$ 235.294,12.

d) R$ 305.780,25.

e) R$ 318.114,90.

Questão 08

Ano: 2023

Banca: SELECON Instituto Nacional de Seleções e Concursos - SELECON

Prova: SELECON - Prefeitura de Nova Mutum - Engenheiro Civil - 2023

Na formação do preço de venda (PV) de um item, a expressão que deve ser utilizada a partir do custo direto (PC), medido em unidades monetárias, e o fator referente aos Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), medido entre 0 e 1, é:

a) PV = PC + BDI

b) PV = PC x BDI

c) PV = PC x (1 + BDI)

d) PV = PC x (1 - BDI)

Questão 09

Ano: 2023

Banca: Centro de Extensão, Treinamento e Aperfeiçoamento Profissional Ltda - CETAP

Prova: CETAP - FSCMP - Engenheiro Civil - 2023

Avalie as afirmativas abaixo sobre preço de venda, custo direto, BDI e lucro no orçamento de uma obra e assinale a alternativa correta:

I - Se a obra “A” tem um BDI de 26,5% e a obra “B” tem um BDI de 28,2%, pode-se afirmar que o lucro na obra “B” é maior que o lucro na obra “A”.

II - Se uma obra tem o preço de venda de R$ 120.000,00 e o custo direto de R$ 96.000,00, o valor do BDI é de 20%.

III - Os custos com mobilização e desmobilização do canteiro de canteiro de obras não fazem parte do cálculo do BDI, pois são custos diretos da obra.

a) I - Falsa; II - Falsa; III - Verdadeira.

b) I - Falsa; II - Verdadeira; III - Falsa.

c) I - Falsa; II - Verdadeira; III - Verdadeira.

d) I - Verdadeira; II - Falsa; III - Verdadeira.

e) I - Verdadeira; II - Verdadeira; III - Falsa.

Questão 10

Ano: 2023

Banca: Centro de Extensão, Treinamento e Aperfeiçoamento Profissional Ltda - CETAP

Prova: CETAP - SEMAS PA - Assistente - Área: Infraestrutura - 2023

Marque a opção correta a seguir sobre as diferenças entre o cálculo do BDI para obras públicas e particulares:

a) O BDI de obras públicas deve incluir despesas com materiais e mão de obra, enquanto para obras particulares não é necessário.

b) Para realizar o cálculo do BDI para obras públicas, se o recurso financeiro for federal não devem ser considerados os impostos IRPJ e CSLL e a taxa administrativa da obra. Em contrapartida, é considerada a garantia, o que não ocorre nas obras particulares.

c) O BDI de obras particulares deve incluir impostos, e, em obras públicas, considera-se a taxa administrativa da obra ainda que o recurso financeiro seja federal.

d) As despesas administrativas, como garantias, são excluídas no cálculo do BDI para obras públicas, mas incluídas para obras particulares.

e) O BDI de obras públicas deve ser calculado de forma diferente do BDI de obras particulares, utilizando fórmulas distintas, mas a garantia vale para ambos.

Questão 11

Ano: 2023

Banca: Instituto de Desenvolvimento Educacional, Cultural e Assistencial Nacional - IDECAN

Prova: IDECAN - DER ES - Técnico Superior - Área: Obras e Serviços de Infraestrutura Rodoviária - 2023

Seja a fórmula de cálculo do BDI para uma obra pública.

$$BDI=(((1-I)(1+X)\times(1+Y\times(1+Z)))-1)\times 100$$

Considere os seguintes dados:

- Administração central: 4,5%.
- Risco: 1,0 %.
- Garantia: 0,5 %.
- Despesas Financeiras: 1,0 %.
- Lucro: 6,0 %.
- Impostos: 10 %.

Admitindo-se as informações expostas anteriormente, o valor do BDI será igual a

a) 22,04 %.

b) 26,09 %.

c) 28,99 %.

d) 31,15 %.

e) 33,90 %.

26.1.10 Capítulo 18

Questão 01

Ano: 2022

Banca: Centro de Seleção e de Promoção de Eventos UnB - CESPE CEBRASPE

Prova: CESPE/CEBRASPE - DPDF - Analista de Apoio à Assistência Judiciária - Área: Apoio Especializado - Especialidade: Engenharia Civil - 2022

Com relação a avaliação de custos e levantamento de quantitativos de obras, julgue os itens que se seguem.

Considerando-se que o índice de um armador de ferragem seja de 0,18 h/kg (hora/quilo) e que cada armador trabalhe 8 horas por dia, é correto afirmar que um serviço de

armação de 1.200 kg de ferro em uma obra, por uma equipe de 9 armadores trabalhando ao mesmo tempo, será executado em um prazo inferior a 4 dias.

C) Certo

E) Errado

26.1.11 Capítulo 19

Questão 01

Ano: 2022

Banca: Centro de Seleção e de Promoção de Eventos UnB - CESPE CEBRASPE

Prova: CESPE/CEBRASPE - DPDF - Analista de Apoio à Assistência Judiciária - Área: Apoio Especializado - Especialidade: Engenharia Civil - 2022

A seguinte tabela representa uma composição SINAPI de montagem e desmontagem de forma de viga.

Montagem e desmontagem de forma de viga, escoramento com pontalete de madeira, pé-direito simples, em madeira serrada, 1 utilização. af_12/2015	M2	coeficiente
Desmoldante protetor para formas de madeira, de base oleosa emulsionada em água	L	0,017
Tábua de madeira não aparelhada *2,5 × 20* cm, cedrinho ou equivalente da região	M	0,913
Prego de aço polido com cabeça dupla 17 × 27 (2 1/2 × 11)	KG	0,066
Ajudante de carpinteiro com encargos complementares	H	0,455
Carpinteiro de formas com encargos complementares	H	2,482
Fabricação de forma para vigas, com madeira serrada, e = 25 mm. af_12/2015	M2	1,02
Fabricação de escoras do tipo pontalete, em madeira. af_12/2015	M	1,68

Internet: <caixa.gov.br> (com adaptações).

Considerando os dados dessa tabela, julgue os itens subsequentes.

Infere-se dos coeficientes apresentados que, em uma equipe composta por um carpinteiro e um ajudante, a proporção entre os coeficientes representa a proporção entre os custos de cada mão de obra.

C) Certo

E) Errado

Questão 02

Ano: 2022

Banca: Instituto Consulplan

Prova: Instituto Consulplan - PTI - Técnico em Manutenção - 2022

Observe a tabela a seguir:

6.2	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS. AF_12/2015	X	16,63	185,75	3.089,02

A tabela representa um serviço de um determinado orçamento de obra pública, onde nas colunas é disposto o item, o código do item, a descrição do serviço, a unidade, o quantitativo, o custo unitário (sem BDI) e o valor total do item para a obra. Podemos afirmar que o "X" na tabela representa:

a) Hora (h)

b) Tonelada (t).

c) Metro cúbico (m^3).

d) Metro quadrado (m^2).

Questão 03

Ano: 2023

Banca: Consultoria Público-Privada - Instituto CONSULPAM

Prova: Instituto CONSULPAM - TCM PA - Auditor - Área: Engenharia - 2023

O SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), baseado em Baeta (2012) estabelece que:

I- Preço é o valor final pago ao contratado pelo contratante; é o custo acrescido do lucro e despesas indiretas.

II- Custo é tudo aquilo que onera o construtor; representa todo o gasto envolvido na produção, ou seja, todos os insumos da obra, assim como toda a infraestrutura necessária para a produção.

Da análise das assertivas, assinale a alternativa CORRETA.

a) Somente I é incorreta.

b) Somente II é incorreta.

c) I e II são incorretas.

d) Não há assertiva incorreta.

26.1.12 Capítulo 20

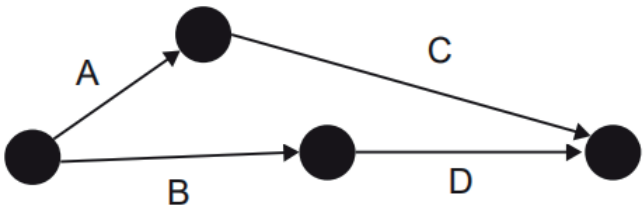
Questão 01

Ano: 2023

Banca: Fundação CESGRANRIO - CESGRANRIO

Prova: CESGRANRIO - AGERIO - Engenheiro - 2023

Considere o croqui da malha de PERT e o quadro de atividades de um projeto.



QUADRO DE ATIVIDADES	
A	Limpeza do Terreno
B	Terraplanagem
C	Fundações
D	Estrutura

Analisando-se os dados apresentados, conclui-se que a(s)

a) estrutura poderá ser iniciada antes da conclusão da terraplanagem.

b) estrutura depende apenas da conclusão das fundações para ser iniciada.

c) limpeza do terreno e as fundações não interferem na terraplanagem.

d) terraplanagem não poderá ser iniciada antes que a limpeza do terreno esteja concluída.

e) fundações só poderão ser concluídas após a terraplanagem ter sido iniciada.

Questão 02

Ano: 2022

Banca: Instituto AOCP

Prova: Instituto AOCP - SEAD GO - Analista de Gestão Governamental - Área: Engenharia I - 2022

"Método de classificação de informações para que se separem os itens de maior importância ou impacto, muito utilizado para gestão e controle de estoque." A ferramenta à qual o enunciado se refere é conhecida como

a) gráfico de Gantt.

b) curva ABC.

c) curva S.

d) gráfico PERT.

e) diagrama CPM.

26.1.13 Capítulo 21

Questão 01

Ano: 2018

Banca: FGV Órgão: Câmara de Salvador - BA Prova: FGV - 2018 - Câmara de Salvador - BA - Especialista - Engenheiro Civil

Para construir ou reformar é fundamental conhecer as etapas e a sequência de uma obra desde a contratação dos projetos de arquitetura até a limpeza final.

A ordem cronológica correta de etapas de uma obra de construção civil, a fim de evitar retrabalho, é:

a) serviços preliminares → cobertura → estrutura → instalações hidráulicas → revestimento;

b) fundações → revestimento → instalações hidráulicas → esquadrias → pintura;

c) serviços preliminares → fundações → estrutura → pintura → revestimento;

d) fundações → estrutura → paredes e vedações → instalações hidráulicas → revestimento;

e) estrutura → paredes e vedações → instalações hidráulicas → pintura → cobertura.

Questão 02

Ano: 2022

Banca: SELECON Instituto Nacional de Seleções e Concursos - SELECON

Prova: SELECON - LIMPURB - Engenheiro Civil - 2022

Ao executar uma edificação, há uma ordem correta na realização das atividades. A ordem correta é:

a) alvenaria, movimento de terra, instalações hidráulicas, revestimento de paredes

b) alvenaria, revestimento de paredes, movimento de terra, instalações hidráulicas

c) movimento de terra, alvenaria, revestimento de paredes, instalações hidráulicas

d) movimento de terra, alvenaria, instalações hidráulicas, revestimento de paredes

26.1.14 Capítulo 22

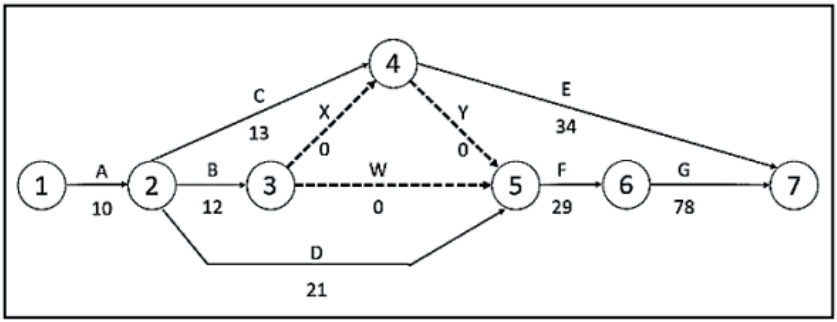
Questão 01

Ano: 2023

Banca: Instituto Consulplan

Prova: Instituto Consulplan - MPE BA - Analista Técnico - Área Arquiteto - 2023

O diagrama de setas a seguir contempla uma sequência de atividades para implantação de um empreendimento e suas respectivas durações:



Considerando o exposto, assinale a afirmativa INCORRETA.

a) A atividade F é precedida pelas atividades B, C e D.

b) O caminho A – C é independente do caminho B – D.

c) W é uma atividade fantasma e pode ser removida por ser redundante.

d) A atividade A deve ser finalizada antes das atividades B, C e D se iniciarem.

e) Y é uma atividade fantasma necessária porque a atividade B precede às atividades E e F.

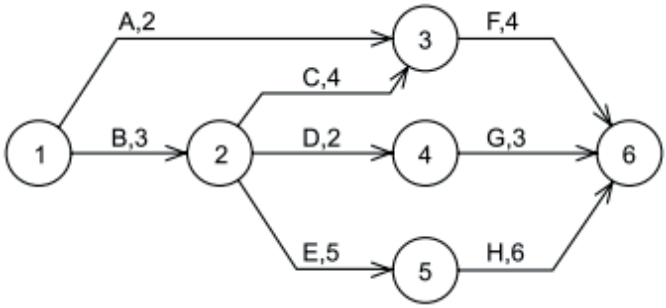
Questão 02

Ano: 2023

Banca: Fundação para o Vestibular da Universidade Estadual Paulista - VUNESP

Prova: VUNESP - Prefeitura de Itapevi - Engenheiro Civil - 2023

A reforma de um apartamento foi planejada conforme o cronograma PERT-CPM da figura, no qual as atividades são representadas por letras, seguidas de sua duração em semanas.



Para garantir a entrega da obra no tempo planejado, uma das atividades que não pode atrasar é aquela representada pela letra

a) E.

b) A.

c) F.

d) D.

e) G.

Questão 03

Ano: 2023

Banca: Instituto Consulplan

Prova: Instituto Consulplan - Câmara de Tremembé - Oficial Legislativo - Área: Engenharia - 2023

Uma programação correta de tempo e recursos para a execução de uma obra precisa considerar o controle dos prazos para cada etapa e recursos disponibilizados. A elaboração dos cronogramas é fundamental, sendo comum a utilização de cronograma físico-financeiro. Considere para determinada etapa da manutenção de uma edificação pública municipal a previsão orçamentária é de R$ 1.200.000,00, sendo a distribuição de etapas e tempo previsto indicados no quadro a seguir:

	Semana						
Atividade	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							

As atividades um a quatro correspondem a 18% cada, do montante a ser recebido; as atividades cinco a seis correspondem a 14% cada. A partir cronograma físico-financeiro para as atividades propostas, assinale a afirmativa correta.

a) Até a quarta semana o desembolso será de R$ 792.000,00, 66% do custo total da obra.

b} Nas primeiras duas semanas, o desembolso total será de R$ 144.000,00, 12% do custo da obra.

c) Na sexta semana, serão empenhados 7% do custo total da obra, em um montante de R$ 84.000,00.

d) Na terceira semana, serão empenhados 21% do custo total da obra, em um montante de R$ 252.000,00.

Questão 04

Ano: 2023

Banca: Associação dos Municípios do Extremo Oeste de Santa Catarina - AMEOSC

Prova: AMEOSC - Prefeitura - Mestre de Edificação - 2023

A tabela a seguir apresenta etapas em sequência de uma obra e o tempo (em dias trabalhados) que cada etapa demorou para acabar.

Etapa	1	2	3	4	5	6
Duração	7	5	12	5	6	7

Com base na tabela, e sabendo que apenas as atividades 2 e 4 aconteceram ao mesmo tempo; que durante a obra não choveu e que os operários trabalharam 7 (sete) dias por semana, qual foi o tempo de duração da obra?

a) 40

b) 42

c) 37

d) 32

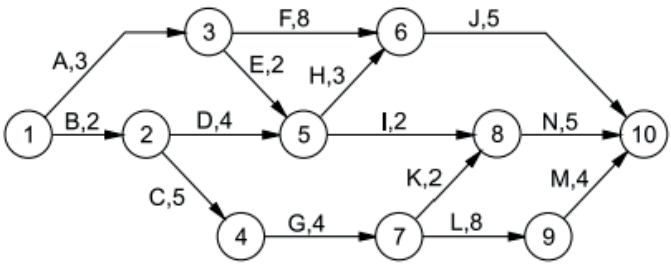
Questão 05

Ano: 2023

Banca: Fundação para o Vestibular da Universidade Estadual Paulista - VUNESP

Prova: VUNESP - Prefeitura de Peruíbe - Engenheiro Civil - 2023

A construção de uma edificação foi planejada conforme o cronograma PERT-CPM da figura a seguir, no qual as atividades estão representadas por letras, seguidas de seu tempo de execução, em semanas.



Conforme o cronograma, o tempo previsto, em semanas, para a entrega da obra é de

a) 23.

b) 18.

c) 15.

d) 13.

e) 10.

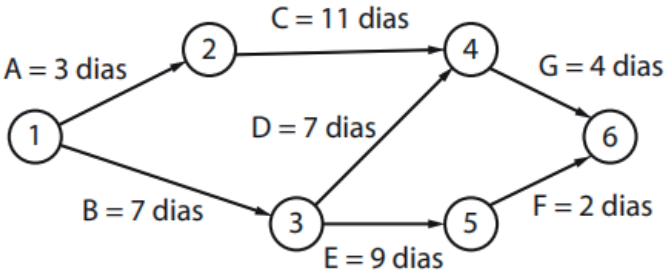
Questão 06

Ano: 2023

Banca: Fundação de Estudos e Pesquisas Socioeconômicos - FEPESE

Prova: FEPESE - Prefeitura - Engenheiro Civil - 2023

O controle da evolução de determinada obra está sendo acompanhado pela representação esquemática abaixo, com atividades identificadas por letras com respectivo tempo de duração, considerando as respectivas precedências das atividades de acordo com as setas.



Analise as afirmativas abaixo em relação ao exposto.

1. De acordo com o controle a obra considera um prazo total de 43 dias de atividades.
2. A atividade D só poderá ser executada após o término das atividades B e C.
3. A atividade de menor duração é a atividade F.

Assinale a alternativa que indica todas as afirmativas **corretas**.

a) É correta apenas a afirmativa 3.

b) São corretas apenas as afirmativas 1 e 2.

c) São corretas apenas as afirmativas 1 e 3.

d) São corretas apenas as afirmativas 2 e 3.

e) São corretas as afirmativas 1, 2 e 3.

Questão 07

Ano: 2023

Banca: Fundação Universidade Empresa de Tecnologia e Ciências - FUNDATEC

Prova: FUNDATEC - Prefeitura de Maçambará - Engenheiro Civil - 2023

Desenvolva a rede PERT/CPM a partir das informações apresentadas na tabela abaixo e assinale a alternativa que apresenta a duração do caminho crítico correto.

Item	Serviço	Precedente	Duração (dias)
1	Locação da Obra	-	5
2	Execução das Fundações	1	10
3	Reaterro	2	2
4	Supraestrutura	2	20
5	Fechamento	3; 4	15
6	Cobertura	4	5
7	Acabamentos	5; 6	13

a) 30 dias.

b) 45 dias.

c) 53 dias.

d) 63 dias.

e) 70 dias.

Questão 08

Prova: FURB - Prefeitura de Schroeder - Fiscal de Obras e Posturas - 2023

Marque a alternativa correta sobre orçamentação de obras:

a) É a estimativa de custos de uma obra até o seu resultado final.

b) Somente são estimados os materiais.

c) É o resultado final do custo ou venda da obra.

d) Não apresenta um prazo de validade.

e) Somente é estimada a mão de obra.

Questão 09

Ano: 2023

Banca: SELECON Instituto Nacional de Seleções e Concursos - SELECON

Prova: SELECON - Prefeitura de Nova Mutum - Engenheiro Civil – 2023

Um bloco de fundação em concreto armado deve possuir uma base quadrada de 2 m de lado e altura de 1,5 m, e uma taxa de armação de 50 kg/m³. Os custos unitários de cada um dos itens a serem utilizados na execução do bloco são mostrados na tabela a seguir.

Item	Preço unitário
Concreto	R$ 250.00 / m³
Forma	R$ 20.00 I m²
Armação	R$ 8.00 / kg

O orçamento para execução desse bloco, considerando os materiais a serem utilizados na sua forma, armação e concretagem, é de:

a) R$ 3.760,00

b) R$ 4.020,00

c) R$ 4.140,00

d) R$ 4.320,00

Questão 10

Ano: 2023

Banca: Centro de Seleção e de Promoção de Eventos UnB - CESPE CEBRASPE

Prova: CESPE/CEBRASPE - AGER MT - Analista Regulador - Área: Engenharia Sanitária - 2023

O documento contratual de obras que possui os valores totais e de cada serviço previstos para serem realizados a cada mês, distribuídos ao longo de uma linha do tempo e com finalidade de permitir o acompanhamento e o controle da execução da obra é denominado

a) orçamento analítico.

b) boletim de medição.

c) ficha de composição de serviços.

d) cronograma físico-financeiro.

e) curva ABC de insumos.

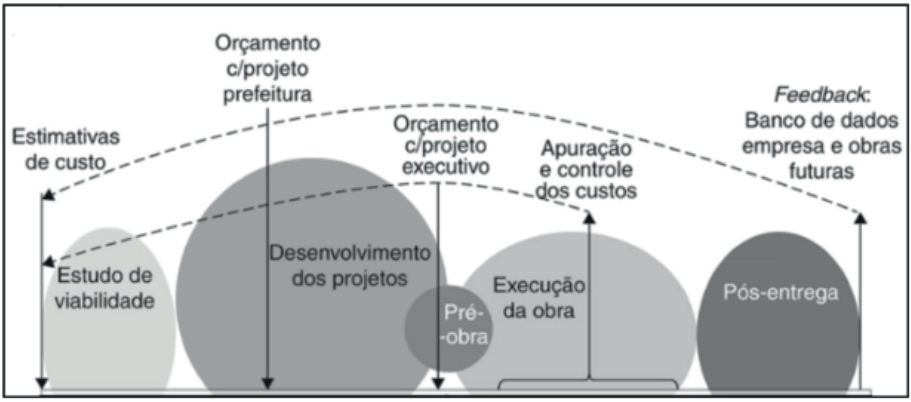
Questão 11

Ano: 2023

Banca: Instituto de Desenvolvimento Educacional, Cultural e Assistencial Nacional - IDECAN

Prova: IDECAN - DER ES - Técnico Superior - Área: Obras e Serviços de Infraestrutura Rodoviária - 2023

Na figura, a seguir, estão dispostos os propósitos diferentes do orçamento. É importante que o orçamentista e a empresa que irá executar a obra tenham em mente que a precisão deste orçamento é proporcional ao grau de detalhamento dos projetos. Portanto, várias versões de orçamento são necessárias até que se chegue ao orçamento final da edificação. É observada na imagem, a representação da Curva ABC.



Fonte: Marchiori, 2019.

a) do cálculo do BDI.

b) do canteiro de obras.

c) das fases do projeto e do orçamento.

d) do tipo de mão-de-obra a ser definida na fase de orçamento.

Questão 12

Ano: 2023

Banca: Fundação Universidade Empresa de Tecnologia e Ciências - FUNDATEC

Prova: FUNDATEC - Prefeitura de Casca - Engenheiro Civil - 2023

Assinale a alternativa que apresenta o valor que deve ser orçado para compor o preço de venda referente à mão de obra de um pedreiro cujo custo sem encargos é de R$25,00/hora. Considere que o BDI será de 30% e que os encargos sociais e complementares serão de 130%.

a) R$ 32,50/hora.

b) R$ 42,25/hora.

c) R$ 74,75/hora.

d) R$ 82,00/hora.

e) R$ 96,25/hora.

Questão 13

Ano: 2023

Banca: Fundação Universidade Empresa de Tecnologia e Ciências - FUNDATEC

Prova: FUNDATEC - Prefeitura de Dom Pedrito - Técnico em Edificação - 2023

O custo de construção de duas residências unifamiliares iguais, de padrão de acabamento normal, foi determinado para fins de estimativa de custo como sendo R$ 388.500,00. Sabendo que cada uma das residências tem 75,00 m², assinale a alternativa que indica corretamente o valor do CUB (Custo Unitário Básico), que foi o indicador utilizado.

a) R$ 5.180,00/m².

b) R$ 2.590,00/m².

c) R$ 2.157,00/m².

d) R$ 3.736,00/m².

e) R$ 1.565,00/m²

Questão 14

Ano: 2022

Banca: Centro de Seleção e de Promoção de Eventos UnB - CESPE CEBRASPE

Prova: CESPE/CEBRASPE - DPDF - Analista de Apoio à Assistência Judiciária - Área: Apoio Especializado - Especialidade: Engenharia Civil - 2022

Texto associado

No projeto de concreto armado de determinada edificação, foi elaborado o seguinte quadro resumo do quantitativo de ferro a ser utilizado.

Φ (diâmetro da barra em mm)	peso por metro linear (kg/m)	comprimento total (m)	preço (em R$) por barra de 12 m
6,3	0,25	360	20
8,0	0,40	240	32
10,0	0,63	600	45
12,5	1,00	480	70

Com base nesse quadro, e considerando que, para levar em conta as perdas, devem-se incluir 10% aos comprimentos totais das barras, julgue os itens a seguir.

O custo total da aquisição de ferro é superior a R$ 7.000.

C) Certo.

E) Errado.

Questão 15

Ano: 2023

Banca: Consultoria Público-Privada - Instituto CONSULPAM

Prova: Instituto CONSULPAM - TCM PA - Auditor - Área: Engenharia - 2023

O SINAPI, apoiado em Mattos (2006), apresenta como atributos de um orçamento:

a) Custos, Mão de obra e Encargos.

b) Produtividade, Mercado e Mão de obra.

c) Aproximação, Temporalidade e Especificidade.

d) Temporalidade, Produtividade e Perdas.

Questão 16

Ano: 2023

Banca: Centro de Extensão, Treinamento e Aperfeiçoamento Profissional Ltda - CETAP

Prova: CETAP - SEMAS PA - Assistente - Área: Infraestrutura - 2023

Qual é a relação entre o gráfico de GANTT e o orçamento de uma obra de construção civil?

a) O gráfico de GANTT é utilizado apenas para controle de qualidade, sem relação com o orçamento.

b) O gráfico de GANTT é importante apenas para definir prazos e cronograma, mas não tem relação com o orçamento.

c) O gráfico de GANTT é uma ferramenta importante para visualizar o cronograma de uma obra, mas não tem impacto direto sobre o orçamento.

d) O gráfico de GANTT é fundamental para definir e controlar o cronograma de uma obra, assim como para identificar possíveis Impactos sobre o orçamento.

e) O gráfico de GANTT não tem relação com o orçamento de uma obra, sendo utilizado apenas para definir as etapas da construção.

Questão 17

Ano: 2023

Banca: Fundação Universidade Empresa de Tecnologia e Ciências - FUNDATEC

Prova: FUNDATEC - Prefeitura de Dom Pedrito - Técnico em Edificação - 2023

O custo de construção de duas residências unifamiliares iguais, de padrão de acabamento normal, foi determinado para fins de estimativa de custo como sendo R$ 388.500,00. Sabendo que cada uma das residências tem 75,00 m², assinale a alternativa que indica corretamente o valor do CUB (Custo Unitário Básico), que foi o indicador utilizado.

a) R$ 5.180,00/m².

b) R$ 2.590,00/m².

c) R$ 2.157,00/m².

d) R$ 3.736,00/m².

e) R$ 1.565,00/m².

Questão 18

Ano: 2023

Banca: Centro de Extensão, Treinamento e Aperfeiçoamento Profissional Ltda - CETAP

Prova: CETAP - SEMAS PA - Assistente - Área: Infraestrutura - 2023

Marque a alternativa que apresenta uma característica correta do método PERT-CPM.

a) É um método de gerenciamento de projetos que se baseia na divisão do projeto em tarefas Independentes e na atribuição de recursos a cada uma delas.

b) É um método de gerenciamento de projetos que se baseia na previsão de custos e prazos para cada tarefa, considerando a certeza associada a cada uma delas.

c) É um método de gerenciamento de projetos que se baseia na Identificação e priorização das tarefas críticas, visando maximizar a eficiência do uso dos recursos disponíveis.

d) É um método de gerenciamento de projetos que se baseia na alocação de recursos de forma equilibrada entre as tarefas, visando maximizar a Incerteza associada a cada uma delas.

e) É um método de gerenciamento de projetos que se baseia na análise de cenários futuros para a realização das tarefas, visando maximizar a eficiência do uso dos recursos indisponíveis.

Questão 19

Ano: 2023

Banca: Fundação Universidade Empresa de Tecnologia e Ciências - FUNDATEC

Prova: FUNDATEC - BRDES - Analista - Área Engenharia – 2023

Tratando-se da orçamentação de obras, assinale a alternativa que indica a ferramenta que auxilia na priorização das cotações de preços, na definição das negociações mais criteriosas e sinaliza onde os responsáveis por compras devem canalizar energia.

a) Ciclo PDCA.

b) EAP.

c) Curva ABC.

d) Diagrama de rede.

e) Linha de balanço.

Ano: 2023

Questão 20

Banca: Instituto AOCP

Prova: Instituto AOCP - IFMA - Engenheiro Civil - 2023

A respeito do gerenciamento de obras, há algumas ferramentas que podem ser utilizadas para sua execução. Uma delas é a Curva ABC. Sobre esse tema, assinale a alternativa correta.

a) A Classe C da Curva ABC são itens que possuem um valor de demanda ou consumo alto.

b) A Classe B da Curva ABC são itens que possuem um valor de demanda ou consumo alto.

c) A Classe A da Curva ABC são itens que possuem um valor de demanda ou consumo alto.

d) A Curva ABC não é utilizada para o planejamento e gerenciamento de uma obra, visto que não é necessário ter previsão de compras e estoques de materiais em uma obra.

e) A Curva ABC foi utilizada no século XIX (dezenove) e é baseada no teorema do economista Vilfredo Pareto. Atualmente não se utiliza mais essa análise em obras.

26.1.15 Capítulo 23

Questão 01

Ano: 2023

Banca: Fundação Getúlio Vargas - FGV

Prova: FGV - CGE-SC - Auditor do Estado - Área Engenharia Civil - 2023

Sobre as vantagens e desvantagens da energia hidrelétrica sobre outras fontes de energia renovável, assinale (V) para a afirmativa verdadeira e (F) para a afirmativa falsa.

( ) A energia hidrelétrica tem custos mais baixos para o consumidor final se comparados aos da energia solar, por exemplo.

( ) A geração de energia hidrelétrica tem como uma de suas desvantagens a produção de metano devido à decomposição da vegetação submersa.

( ) A geração de energia hidrelétrica não tem capacidade de alterar o clima e o regime de chuvas da região, tendo pequeno impacto ambiental. As afirmativas são, respectivamente,

a) V, V e V.

b) V, F e V.

c) V, V e F.

d) F, V e F.

e) F, F e V.

GABARITO

Capítulo 2

Questão 01

Resposta: alternativa b

Questão 02

Resposta: alternativa c

Questão 03

Resposta: alternativa d

Questão 04

Resposta: alternativa b

Questão 05

Resposta: alternativa c

Capítulo 5

Questão 01

Resposta: alternativa c

Questão 02

Resposta: alternativa a

Capítulo 06

Questão 01

Resposta: alternativa e

Questão 02

Resposta: alternativa d

Questão 03

Resposta: alternativa c

Capítulo 7

Questão 01

Resposta: alternativa b

Questão 02
Resposta: alternativa C

Questão 03
Resposta: alternativa b

Capítulo 09
Resposta: alternativa a

Quwstão 02
Resposta: alternativa e

Capítulo 10
Questão 01
Resposta: alternativa c

Capítulo 11
Questão 01
Resposta: alternativa a

Questão 02
Resposta: alternativa b

Questão 03
Resposta: alternativa d

Questão 04
Resposta: alternativa a

Capítulo 16

Questão 01
Resposta: alternativa e

Questão 02
Resposta: alternativa d

Capítulo 17

Questão 01

Resposta: alternativa c

Questão 02

Resposta: alternativa a

Questão 03

Resposta: alternativa a

Questão 04

Resposta: alternativa a

Questão 05

Resposta: alternativa b

Questão 06

Resposta: alternativa d

Questão 07

Resposta: alternativa c

Questão 08

Resposta: alternativa c

Questão 09

Resposta: alternativa a

Questão 10

Resposta: alternativa b

Questão 11

Resposta: alternativa b

Capítulo 18

Questão 01

Resposta: alternativa

Capítulo 19

Questão 01

Resposta: alternativa

Questão 02

Resposta: alternativa c

Questão 03

Resposta: alternativa d

Capítulo 20

Questão 01

Resposta: alternativa c

Questão 02

Resposta: alternativa b

Capítulo 21

Questão 01

Resposta: alternativa c

Questão 02

Resposta: alternativa d

Capítulo 22

Questão 01

Resposta: alternativa b

Questão 02

Resposta: alternativa a

Questão 03

Resposta: alternativa a

Questão 04

Resposta: alternativa c

Questão 05
Resposta: alternativa a

Questão 06
Resposta: alternativa a

Questão 07
Resposta: alternativa d

Questão 07
Resposta: alternativa a

Questão 08
Resposta: alternativa c

Questão 09
Resposta: alternativa d

Questão 10
Resposta: alternativa d
Questão 11
Resposta: alternativa c

Questão 12
Resposta: alternativa b

Questão 13
Resposta: alternativa

Questão 14
Resposta: alternativa c

Questão 15
Resposta: alternativa d

Questão 16
Resposta: alternativa b

Questão 17

Resposta: alternativa d

Questão 18:

Resposta: alternativa c

Questão 19

Resposta: alternativa c

Capítulo 23

Questão 01

Resposta: alternativa c

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA & CONSELHO EM- PRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTEN- TÁVEL – CEBEDS. Água: fatos e tendências. Brasília: ANA / Cebeds, 2009. Disponível em: http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/201003 12110010_Revista_ Fatos_e_Tendencias _2009.pdf;

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. 2008. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: Aneel, 2008. BILA, Daniele Maia & DEZOTTI, Márcia. Fármacos no meio ambiente. Química Nova, v. 26, n. 4, São Paulo, julho/agosto, 2003. Disponível em: <http:// www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext &pid=S0100-40422003000400015&lng=pt&nrm =iso&tlng=pt>. CHRISTANTE, Luciana. Descarga de hormônios. Unesp Ciência, ano 1, n. 6, p. 18-24, março, São Paulo, 2010.

ALMEIDA J. L. M. dos S. L. de. **Argamassas tradicionais e industriais de alvenaria em edifícios**. 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010.

ALMEIDA, Marco Romeu Baptista de. Tecnologia BIM aplicada ao Projeto de Estruturas Metálicas. **Tecnologia BIM aplicada ao Projeto de Estruturas Metálicas**. [S. l.], p. 1-89, 15 out. 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/47142024.pdf>. Acesso em: 12 set. 2019.

ANDRADE, M. L. V. X; RUSCHEL, R. C. **Interoperabilidade de Aplicativos Bim Usados em Arquitetura por Meio do Formato IFC**., [S. l.], p. 1-89, 15 dez. 2009. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50960/55046>. Acesso em: 12 set. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 5682**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 7200**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 10821-1**: Esquadrias para edificações. Parte 1: Esquadrias externas e internas – Terminologia. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR10821-2**: Esquadrias para edificações. Parte 2: Esquadrias externas - Requisitos e classificação. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 10821-3**: Esquadrias para edificações. Parte 3: Esquadrias externas e internas - Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 13245**: Tintas para construção civil — Execução de pinturas em edificações não industriais — Preparação de superfície. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 13277**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13279:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Terminologia. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 13528-3**: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração Parte 3: Aderência superficial. Rio de Janeiro, 2019.

_____. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 13753**: Revestimentos de piso interno e externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 13816:** Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 15575**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

AVILA, Antônio Victorino; LIBRELOTTO, Liziane Ilha; LOPES, Oscar Ciro. **Orçamento de Obras**. Florianópolis: UNISUL – Universidade do Sul de Santa Catarina, 2003.

BAÍA, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. 4. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008.

BONIN, L. C.; CARNEIRO, A. M. P. Tecnologia de revestimentos de argamassa. In:.**Construção civil: uma abordagem macro da produção ao uso**. SINDUSCON-JP João Pessoa: Geraldo Alves Flôr, 2010. Cap. 7. p. 163-180.

BORGES, A. de C.; MONTEFUSCO, E.; LEITE, J. L. **Prática das pequenas construções**. Volume I e II. Edgard Blucher. São Paulo, 2009.

BRASIL. Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a **Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling***. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9377.htm> Acesso em: 16 de maio 2020.

_____. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a **Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling*** e institui o Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modelling*. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm> Acesso em: 24 de abril 2020.

_____. Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. **Estabelece a utilização do *Building Information Modelling* na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizadas pelos órgãos e pelas entidades de administração pública federal**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/Decreto/D10306.htm> Acesso em: 16 de maio 2020.

_____. **Estratégia Nacional de Disseminação – Estratégia BIM BR**. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Disponível em < http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf> Acesso em: 24 abril 2020.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 8204-02**: Part 1 In situ floorings - Code of Practice for concrete bases and screeds to receive in situ floorings. London, 2009 c, 18 P.

CAMPESTRINI, T. F. et al. **Entendendo o BIM**: Uma visão do projeto de construção sob o foco da informação. 1. ed. Curitiba, PR, 2015. 19 p.

CARDOSO, F.F. **Coberturas em telhados**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo,2000.

CARMONA, J.; IRWIN, K. **BIM**: Who, What, How and Why. 2007. Disponível em <http://www.facilitiesnet.com/software/article/BIM-who-what-how-and-why-Facilities-Management-Software-Feature--7546>. Acesso em: 30 mar. 2017.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias**: princípios básicos para elaboração de projetos. Editora Blucher, 2016.

CATELANI, W. **Encontre seu Modelo**. Téchne, São Paulo, ano 24, n.234, p. 12-16, setembro 2016. Mensal.

CONETET, B. C.; FLORIO, W. **Reflexão sobre a implantação do BIM em três escritórios de arquitetura em porto alegre, de 2010 a 2015**. Artigo apresentado no VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (TIC 2015), 4 a 6 de novembro, Recife.

CREDER, H. **Instalações elétricas**. Livros Tecnicos e Cientificos, 16º edição. 2016.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook**: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. 2. ed. Nova Jersey, EUA, 2011. 626 p.

ESTRUTURA PARA TELHADO. Cultura Mix. 2012. Disponível em: < https://imoveis.culturamix.com/construcao/estrutura-para-telhado>. Acesso em: 16 de jun. de 2020.

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos**: estudos e procedimentos de execução. 2. ed. São Paulo: Pini, 2009.

GLICK, S.; GUGGEMOS, A. **IPD and BIM**: Benefits and Opportunities for Regulatory Agencies. 2009. Tese (Pós-Doutorado) – Universidade Estadual do Colorado, 2009. Disponível em:

GONÇALVES JUNIOR, F. **Projetos Elétricos em BIM**: e agora?. Florianópolis, 2017. Não paginado. Disponível em: <http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/projetos-eletricos-em-bim/>. Acesso em 29 mar. 2017.

HADZAMAN, H. A. N.; TAKIM R; NAWAWI A.; FADHIL M. **An Exploratory Study: Building Information Modelling Execution Plan (BEP) Procedure in Mega Construction Projects**. Malaysian Construction Research Journal. 1 (November) 2016, p. 29–40.

HARDIN, B.; McCOOL, D. **BIM and Construction Management**: Proven Tools, Methods, and Workflows. 2. ed. Indianapolis, EUA, 2015. 408 p.

KHEMLANI, L.; PAPAMICHAEL, K.; HARFMANN, A. **The Potential of Digital Building Modeling**. 2006. Disponível em <http://www.aia.org/SiteObjects/files/potentialofdigital.pdf>. Acesso em: 12 set. 2019.

LIMA, L.O. **Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do building information modelling (BIM)**. Curitiba. 2019.

MACINTYRE, A. J. **Manual de instalações hidráulicas e sanitárias**. LTC-Livros Técnicos e Científicos, 1990.

MANUAL de revestimentos de argamassas. **Associação Brasileira de Cimento Portland**, c2015. Disponível em: <http://www.comunidadedaconstrucao.com.br/upload/ativos/279/anexo/ativosmanu.pdf>. Acesso em: 16 de jun. de 2020.

MANZIONE, L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão de Processo de Projeto Colaborativo com o Uso do BIM**. 2013. 343 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-08072014-124306/pt-br.php>. Acesso em 30 mar. 2017.

MARTINS, E.M.; CRUZ, V.F. **Definição de troca de informação da construção conforme o PSU – BIM Project Execution Planning Guide – Discussão e adaptação.** Goiânia. 2016.

MESSNER, J.; ANUMBA, C.; DUBLER, C.; GOODMAN, S.; KASPRZAK, C.; KREIDER, R.; LEICHT, R.; SALUJA, C.; ZIKIC, N. (2019). **BIM Project Execution Planning Guide**, Version 2.2. Computer Integrated Construction Research Program, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, August, Disponível em <http://bim.psu.edu>. Acesso em: 04 maio 2020.

MILITO, J.A. **Técnicas de construção civil e construção de edifícios** – anotações de aula. [Sorocaba], 2004.

MOLITERNO, A. **Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeira**. Editora Blucher. 4 ed. São Paulo, 2010.

SCHAEFER, C. O. **Levantamento de quantitativos em projetos de engenharia**. 2018. Disponível em < http://www.sienge.com.br>. Acesso em: 24 jul. 2018.

SILVA, M.C. de B. **Estruturas de madeira**. 2010.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. **Building Information Modelling: Point of Adoption**. CIB World Congress, Tampere Finland, 30 mai./ 3 jun., 2016.

Mattos, A. D. **Planejamento e controle de Obras**. Editora Pini. São Paulo, 2010.

OLIVEIRA, Alessandro. **Template Hidrossanitário**: História. [*S. l.*], 2014. Disponível em: http://alessandro-bim.com.br/downloads/template-hidrossanitario/. Acesso em: 10 jul. 2017.

TABORADA, P.; CACHADINHA, N. **Bim nas obras públicas em Portugal: condicionantes para uma implementação com sucesso.** Coimbra, Portugal, 14 p., 2012.

TCPO, Tabelas de composição de Preços para orçamentos. – 14, ed. – São Paulo: Pini, 2012.

PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de Madeira**. 6ª edição. Editora LTC. Rio de Janeiro,2003.

PICCHI, F. A. **Sistema da Qualidade na Construção de Edifícios**. 1993. 24 f. Boletim Técnico – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1993. Disponível em: <http://www.allquimica.com.br/arquivos/websites/artigos/A-000392006528143738.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2017.

PRUSKOVA, K.; KAISER, J**. Implementation of BIM technologies into the design process using the scheme of BIM execution plan**. Material Science and Engineering, 471. 20 de novembro 2019.

RODRIGUES, E. **Técnicas das construções**. Estrutura da cobertura. Rio de Janeiro, p.180-185, 2006.

SILVA, C. C.; SILVA, J. C. **Esquadrias em madeira para portas e janelas**: Dossiê Técnico. Curitiba: Instituto Tecnológico do Paraná, 2007. 22 p.

YAN, H.; DAMIAN, P. **Benefits and barriers of building information modelling**. Em: 12th International conference on computing in civil and building engineering. 2008. v. 161.

LOPES, OSCAR CIRO; LIBRELOTTO, LIZIANE ILHA; AVILA, ANTONIO VICTORINO. **Orçamento de Obras.** Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISU, Florianópolis – SC, 2003;

Barros , Mercia Maria S. Bottura; Melhado, Silvio Burrattino. PROJETO EPUSP/SENAI, São Paulo – SP, 1998;

Campos, Paulo Renato; Martins, Petronio Garcia. ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS E RECURSOS PATRIMONIAIS – 3ª edição, 2011;

CONSTRUÇÃO CIVIL, Disponível em: <https://construcaociviltips.blogspot.com/>. Acesso em julho de 2020;

CAIXA. Caixa Econômica Federal. Selo casa azul: boas práticas para habitação mais sustentável. Caixa econômica federal, São Paulo, v. 1, p. 1-204, jan. 2010. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_azul/Selo_Casa_Azul.pdf>. Acesso em: 02 de Fevereiro de 2020.

BACUS DE OLIVEIRA NAHIME

O Autor principal e Organizador PhD Bacus de Oliveira Nahime é um eterno estudante de engenharia, que dedica grande parte do seu tempo a operacionalizar e materializar sonhos, um engenheiro civil, pós doutor em engenharia, que na atualidade Leciona para o curso de engenharia civil da UniRV e IF Goiano Campus Rio Verde-Go, também Ministra Disciplina e orienta no Mestrado em engenharia e sustentabilidade PPGEAS do I F Goiano Campus Rio Verde-Go , Além de prestar assessoria no desenvolvimento de projetos e obras.

CONSTRUÇÃO CIVIL:

PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2024

CONSTRUÇÃO CIVIL:

PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2024